

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»  
МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ІНСТИТУТ**

**Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки**

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ О.Ф. Луговський  
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2019 р.

**Дипломний проект  
на здобуття ступеня бакалавра**

з спеціальності **131 Прикладна механіка**  
(код і назва)

на тему: *Модернізація ланки автоматизованого складання фіксаторів  
склопідйомника автомобілів Renault.*

Виконав (-ла): студент (-ка) 4 курсу, групи МА-51  
(шифр групи)

Оверчук Дмитро Миколайович.....  
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Керівник Семінська Наталія Валерівна, к.т.н., доцент  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант з охорони праці \_\_\_\_\_ асистент Ковтун А.І.  
(назва розділу) (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Консультант з технології машинобудування \_\_\_\_\_ к.т.н. доц. Кореньков В.М.  
(назва розділу) (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті  
немає запозичень з праць інших авторів без  
відповідних посилань.

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ – 2019 року

**Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут  
імені Ігоря Сікорського»**

Інститут механіко-машинобудівний  
( повна назва )

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки  
( повна назва )

Рівень вищої освіти - перший (бакалаврський )

Спеціальність 131 Прикладна механіка  
(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_  
(підпис) О.Ф. Луговський  
( прізвище ініціали)

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2019 р.

**ЗАВДАННЯ  
на дипломний проект студенту**

Оверчуку Дмитру Миколайовичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1.Тема проекту: *Модернізація ланки автоматизованого складання фіксаторів  
склопідйомника автомобілів Renault.*

керівник проекту Семінська Наталія Валерівна, к.т.н., доцент

( прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання )

затверджена наказом по університету від “ 22 ” травня 2019 року № 1326-с

2.Термін подання студентом проекту\_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до проекту \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4.Зміст пояснювальної записки\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень, плакатів, презентацій тощо) \_\_\_\_\_

## 6 Консультанти розділів проекту

|    | Розділ                     | Прізвище, ініціали<br>та посада<br>консультанта | Підпис, дата   |                     |
|----|----------------------------|-------------------------------------------------|----------------|---------------------|
|    |                            |                                                 | завдання видав | завдання<br>прийняв |
| 1. | Охорона праці              | асист. Ковтун А.І.                              |                |                     |
| 2. | Технологія машинобудування | доц. Кореньков В.М.                             |                |                     |
|    |                            |                                                 |                |                     |
|    |                            |                                                 |                |                     |
|    |                            |                                                 |                |                     |
|    |                            |                                                 |                |                     |
|    |                            |                                                 |                |                     |

7 Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| №<br>з/п | Назва етапів виконання дипломного<br>проекту (роботи) | Строк виконання<br>етапів проекту<br>( роботи ) | Примітка |
|----------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------|
|          |                                                       |                                                 |          |
|          |                                                       |                                                 |          |
|          |                                                       |                                                 |          |
|          |                                                       |                                                 |          |
|          |                                                       |                                                 |          |
|          |                                                       |                                                 |          |
|          |                                                       |                                                 |          |
|          |                                                       |                                                 |          |
|          |                                                       |                                                 |          |
|          |                                                       |                                                 |          |
|          |                                                       |                                                 |          |
|          |                                                       |                                                 |          |
|          |                                                       |                                                 |          |
|          |                                                       |                                                 |          |
|          |                                                       |                                                 |          |
|          |                                                       |                                                 |          |
|          |                                                       |                                                 |          |

Студент

( підпис )

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту

( підпис )

(прізвище та ініціали)

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      |                         | Арк  |
| Зм.  | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ | Арк2 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

# Пояснювальна записка до дипломного проекту

на тему: *Модернізація ланки автоматизованого складання фіксаторів  
склопідйомника автомобілів Renault.*

студента 4 курсу, групи МА-5  
(шифр групи)

Оверчука Дмитра Миколайовича  
Керівник Семіська Н.В, к.т.н.,

|      |      |          |        |      |       |
|------|------|----------|--------|------|-------|
|      |      |          |        |      | Арк.  |
| Зм.  | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Арк.3 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |       |

МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ

## Зміст

|                                                                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Вступ.....                                                                                                                  | 2  |
| Розділ 1. Аналіз існуючих станцій.....                                                                                      | 5  |
| 1.1 Приклади автоматизованих станцій.....                                                                                   | 6  |
| 1.2 Аналіз та принцип роботи автоматизованої станції для встановлення<br>плунжерів у склопідйомник автомобілів Renault..... | 8  |
| 1.3 Мета та задачі дипломного проекту.....                                                                                  | 10 |
| Розділ 2. Модернізація системи пневматичного приводу.....                                                                   | 11 |
| 2.1 Опис роботи пневматичної схеми.....                                                                                     | 12 |
| 2.2 Статичний розрахунок основного приводу.....                                                                             | 15 |
| Розділ 3. Динамічний розрахунок приводу.....                                                                                | 20 |
| 3.1.1. Знаходження пропускної здатності напірної пневмолінії.....                                                           | 21 |
| 3.2.1. Врахування об'ємів трубопроводів при динамічному розрахунку напірної<br>пневмолінії.....                             | 24 |
| 3.3. Визначення часу підготовчого періоду.....                                                                              | 26 |
| 3.4. Визначення часу заключного періоду.....                                                                                | 30 |
| 3.5. Діаграма роботи пневмоциліндра двосторонньої дії.....                                                                  | 31 |
| 3.6 Розрахунок плунжерів на міцність при згині.....                                                                         | 32 |
| 3.7 Розрахунок плунжерів на міцність при стиску.....                                                                        | 34 |
| Розділ 4. Технологія машинобудування.....                                                                                   | 35 |
| 4.1 Технологічний розділ.....                                                                                               | 35 |
| 4.1.1 Технологічний контроль якості кресленника.....                                                                        | 35 |
| 4.1.2 Аналіз службового призначення деталі та умов її роботи у вузлі.....                                                   | 36 |
| 4.1.3 Вибір способу виготовлення заготовки та його технічне обґрунтування.....                                              | 36 |
| 4.2. Проектування маршрутного технологічного процесу.....                                                                   | 38 |
| 4.2.1. Вибір типового технологічного процесу.....                                                                           | 38 |
| 4.2.2 Розробка маршрутного технологічного процесу.....                                                                      | 40 |

|      |      |          |        |      |                         |       |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|-------|
| Зм.  | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ | Арк.4 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |       |

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| 4.3 Проектування змісту технологічних операцій..... | 42 |
| Розділ 5. Охорона праці.....                        | 44 |
| 5.1 Характеристика приміщення.....                  | 44 |
| 5.2 Мікроклімат.....                                | 45 |
| 5.3 Освітлення.....                                 | 47 |
| 5.4 Електробезпека.....                             | 49 |
| 5.5 Пожежна безпека.....                            | 50 |
| 5.6. Засоби захисту при шумі та вібраціях.....      | 51 |
| Висновки до розділу охорона праці.....              | 53 |
| Список використаної літератури.....                 | 54 |

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      |                         | Арк  |
| Зм.  | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ | Арк5 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

## Вступ

Електросклопідйомник – пристрій автомобіля, що дозволяє відкривати та закривати бокові вікна автомобіля. Зазвичай склопідйомники встановлюються передні двері, якщо це двох дверний автомобіль і на чотири - чотирьохдверний. Керування перемикачем виконує такі функції:

- При натисканні кнопки вниз – вікно опускається;
- При натисканні кнопки вверх- вікно піднімається;
- Скло в спокої [1].

Мало хто знає, що склопідйомники розпочали встановлювати ще у 1940-их роках. А у 1941 вони вже були запущені у масове виробництво. Перші електросклопідйомники встановлювались на автомобілях відомих брендів таких, як Packard, Chrysler, Lincoln, General Motors. За своєю конструкцією електросклопідйомник нагадує механічний, тільки механічне навантаження замінюється на електричне або гідравлічне. Однак електричний привід дає обертальний рух, а для того, щоб підняти чи опустити скло потрібен поступальний рух. Тому використовували звичайний трос, який був натягнутий між трьома роликами, які були розміщені трикутником. Але для чіткої роботи його періодично було потрібно підтягувати та регулювати. Більш складний механізм використовувався у виробників німецьких брендів, він не мав гнучких деталей. Обертання перетворюється в поступальний рух за допомогою системи важелів, які приводяться в рух за допомогою зубчастої передачі[2].

Найсучасніший тип склопідйомачів найбільш зручний та простий в конструкції та установці. Електромотор штовхає при закриванні і тягне при відкриванні вікна трос або цеп до яких кріпиться направляюча вікна. Однак робочі органи повинні бути довговічними та однаково передавати зусилля в обох напрямках. Порівняно із електричним приводом гідравлічний привід є простішим, тому що він напругу виконує поступальний рух, однак він рідко

|      |      |          |        |      |                         |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|
|      |      |          |        |      | Арк                     |
|      |      |          |        |      | Аркб                    |
| Зм.  | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |

використовується тому, що він займає досить багато місця і є важким. Також електричну енергію значно легше передавати.

Кожен склопідйомник повинен мати кнопку для керування вікном. Кнопки мали різноманітний вигляд. У перших склопідйомниках використовувались звичайні металічні ричажки які переключались вверх або вниз. На більш популярних моделях використовуються пластмасові кнопки різної форми. Раніше склопідйомники виготовляли без датчиків безпеки і це інколи призводило до фатальних наслідків. Це було прийнято до уваги і на даний час всі склопідйомники оснащені датчиками безпеки. Якщо вікно зустрічає на своєму шляху перешкоду, то воно відразу зупиняється та повертається в початкове положення. Практично завжди склопідйомник водія оснащений додатковою кнопкою яка може заблокувати всі вікна. І це також робиться для додаткової безпеки [3].

Зазвичай на підприємствах використовуються лінії ручного складання склопідйомників, на яких використовуються пневматичні преси. Однак в них є ряд своїх недоліків:

- Великі навантаження на людину;
- Підвищений ризик бракованих деталей;
- Відносно великі економічні затрати;
- Швидка стомлюваність працівників;
- Низька ефективність збирання склопідйомника;
- Низька точність позиціонування;

Склопідйомник включає в себе багато дрібних деталей, людині досить важко виконувати операції з ними і це призводить до великої кількості бракованих деталей.

Так як, ми з вами живемо в епоху Industry 4.0, так звана «Четверта промислова революція», тому актуальною є тема автоматизації та роботизації виробничих процесів. Тому на підприємствах розпочинають створювати та модернізувати лінії автоматизованого складання склопідйомників.

|      |      |          |        |      |                         |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|
|      |      |          |        |      | Арк                     |
|      |      |          |        |      | Арк.7                   |
| Зм.  | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |



Автоматизована лінія дасть змогу отримати значні переваги над лінією ручного збирання:

- підвищити продуктивність складання склопідйомників;
- підвищити точність складання та позиціонування деталей, що встановлюються у склопідйомник;
- підвищення якості технологічного процесу виготовлення склопідйомника;
- підвищення надійності склопідйомників та техніко-економічних показників;
- зменшити кількість бракованих деталей;

|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
|      |      |          |        |      |                         | Арк  |
|      |      |          |        |      |                         | Арк8 |
| Зм.  | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |      |

## РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ІНСНУЮЧИХ ТИПІВ АВТОМАТИЗОВАНИХ СТАНЦІЙ

Автоматизовані лінії та автоматизовані станції використовує дуже велика кількість підприємств для виготовлення обладнання автомобільної промисловості, таких як, «ŠKODA AUTO» - завод на якому виготовляють електричні кнопки для автомобілів Skoda, підприємство «Fanuk» - яке виготовляє контролери для серводвигунів, «Кромберг енд Шуберт» - виготовляє бортові системи для автовиробників світових брендів (Mercedes, Volkswagen, BMW, Audi), «Костал Україна» - виготовляє електро-механічні вироби для автомобільної промисловості.[4]

Автоматизовані станції практично однакові за своїм принципом роботи, однак можуть збирати продукцію різного типу.

### 1.1 Приклади автоматизованих станцій

Підприємство «Шкода авто» іде в ногу із сучасними технологіями і дотримується принципів «Industry 4.0», встановило на своєму виробництві чотири автоматизовані станції. Дані станції встановлені на складі де зберігаються дрібні деталі та комплектуючі автомобіля. Дві станції виконують роль сортування та впорядковують деталі, а інші дві станції подають ці деталі на лінії збирання. Дане рішення дозволило значно підвищити ефективність виробничого процесу[5].

|      |      |          |        |      |                         |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|
|      |      |          |        |      | Арк                     |
|      |      |          |        |      | Арк.9                   |
| Зм.  | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |



Рис. 1. Автоматизована станція сортування дрібних деталей автомобільної промисловості.

Завод «Фанук» використовує у себе на підприємстві автоматизовану станцію яка складає контролери для серводвигунів. Дану систему можливо використовувати для різних процесів складання автомобільних деталей. Станція може виконувати операції в важко доступних місцях, або виконувати ті операції які можуть бути небезпечними для людини [6].



Рис. 2. Автоматизована станція складання контролерів.

|      |      |          |        |      |       |
|------|------|----------|--------|------|-------|
|      |      |          |        |      | Арк   |
| Зм.  | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Арк/0 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |       |

МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ

На підприємстві «Кромберг енд Шуберт» використовують автоматизовану станцію яка збирає електричну проводку для автовиробників відомих брендів (BMW, Volkswagen, Audi, Porche, Mercedes).



Рис. 3. Автоматизована станція складання проводи автомобілів

## 1.2 Аналіз та принцип роботи автоматизованої станції для встановлення плунжерів у склопідйомник автомобілів Renault

Дана станція використовується на підприємстві «Костал Україна» на лінії збирання склопідйомників автомобілів Renault. Лінія збирання має 8 ланок.



Рис. 4. Блок схема лінії збирання.

|                         |      |          |        |      |       |
|-------------------------|------|----------|--------|------|-------|
| МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ |      |          |        |      | Арк   |
| Зм.                     | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Арк77 |
| Змн.                    | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |       |



Автоматизована станція встановлена на 5 ланці і виконує функції встановлення плунжерів для фіксації пружин та кулачків склопідйомника.

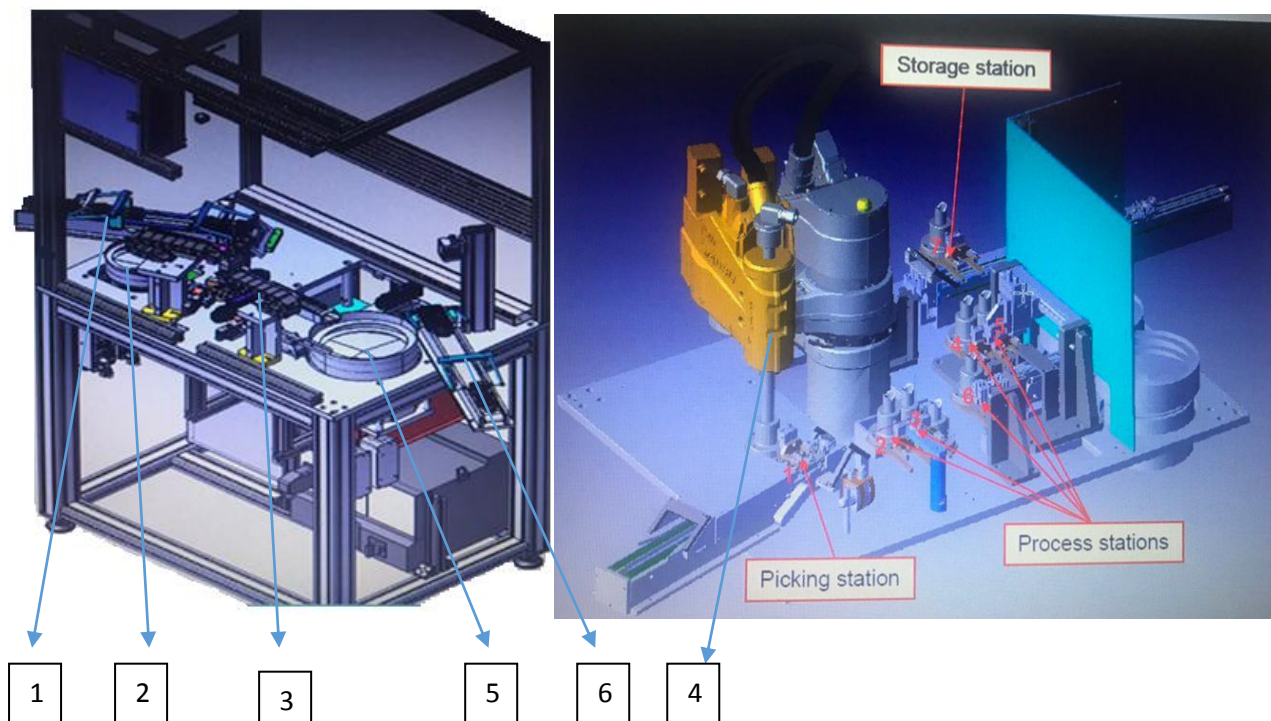


Рис.5. Загальний вигляд станції

- 1 – транспортна шина, що подає деталі із ланки №4;
- 2 – сепаратор в якому знаходяться плунжери 1;
- 3 – місце розміщення пневмоциліндрів для пресування плунжерів;
- 4 – робот;
- 5 – сепаратор в якому знаходяться плунжери 2;
- 6 – транспортна шина, що подає деталі до ланки №6;

Дана автоматизована станція має три зони:

- Picking station – зона сканування;
- Process station – зона встановлення плунжерів 1 та 2;
- Storage station – зона перевірки та синхронізації.

Корпус склопідйомника потрапляє на транспортну шину 1, сканер сканує етикетку якщо ОК, то деталь рухається далі. Робот 4 бере корпус склопідйомача, перевертає його на 180° та переміщує його до зони

|      |      |          |        |      |                         |       |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|-------|
| Зм.  | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ | Арк   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         | Арк/2 |

встановлення плунжерів, плунжери із сепаратора 2 переміщуються по спеціальних канавках до зони встановлення і пневмоциліндри запресовують їх одночасно по два в кожну кнопку. Далі плунжери 2 із сепаратора 5 рухаються до зони пресування і пневмоциліндри запресовують їх у кнопку керування дзеркалами. Після встановлення плунжерів 1 та 2, робот 4 бере склопідйомник перевертає його на 180° та переміщує його до зони перевірки та синхронізації, сканер перевіряє деталь, якщо ОК то робот 4 кладе деталь на транспортну шину 6 для подальшого збирання, якщо НОК, то пересуває деталь у ящик для браку.

### 1.3 Мета та задачі дипломного проекту.

#### Мета:

- Підвищити продуктивність та якість технологічного процесу складання склопідйомників автомобілів Renault.

#### Задачі:

- Модернізація ланки встановлення плунжерів;
- Вдосконалити лінію збирання склопідйомників;
- Зменшити кількість бракованих деталей;

|      |      |          |        |      |       |
|------|------|----------|--------|------|-------|
|      |      |          |        |      | Арк   |
| Зм.  | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Арк/В |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |       |

МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ

## РОЗДІЛ 2. МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ПНЕВМАТИЧНОГО ПРИВОДУ

Початкові дані наведені в (таблиці 2.1)

Початкові дані

Таблица 2.1

| $P_m$ ,<br>МПа | $s$ ,<br>м | $m_1$ ,<br>кг | $P_2$ ,<br>Н | $m_2$ ,<br>кг | $P_0$ ,<br>кН | $\frac{V_0}{F \cdot s}$ ,<br>— | $l_{T1}$ ,<br>м | $l_{T2}$ ,<br>м | $X_{cm}$ ,<br>м | $t_{оч}$ ,<br>с |
|----------------|------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 0,5            | 0,08       | 1,5           | 80           | 0             | —             | 0,00002                        | 1,5             | 0,3             | —               | 0,5             |

де:

- $P_m$  – абсолютний тиск повітря;
- $s$  – довжина робочого ходу привода;
- $m_1$  – маса рухомих частин привода (крім вантажу);
- $P_2$  – технологічне зусилля (корисне навантаження);
- $\frac{V_0}{F \cdot s}$  – відносна величина шкідливого об'єму робочої порожнини без врахування об'єму пневмолінії, що зв'язує порожнину з пневморозподільником;
- $l_{T1}$  – довжина трубопроводу від пневморозподільника до точки підводу живлення з магістралі стиснутого повітря;
- $l_{T2}$  – довжина трубопроводу від пневморозподільника основного приводу до його робочої порожнини;
- $t_{оч}$  – очікуваний час спрацювання основного приводу.

## 2.1 Опис роботи пневматичної схеми

На схемі (рис. 1) зображена пневматична схема, що забезпечує автоматичну роботу 10-тьох пневмоциліндрів за циклом

$2 - 1 - 4 - \bar{6} - \bar{4} - 5 - 6 - \bar{5} - \bar{3} - 3 - 8 - \bar{10} - \bar{8} - 9 - 10 - \bar{9} - \bar{7} - 7 - \bar{2} - \bar{1}$ .

До даного циклу роботи зробимо опис роботи схеми.

Деталь надходить у зону сканування деталей Pick, сканер перевіряє етикетку. При NOK робот рухається у позицію Release і залишає там деталь циліндр 2 засувається, після чого робот повертається в точку J Home, а на вихідному конвеєрі запалюється червона лампа (тобто деталь є бракована). Якщо ОК робот захоплює деталь і рухається до зони встановлення плунжерів №1 при досягненні цієї точки інструмент робота повертається на  $180^\circ$  навколо осі X. Далі відбувається цикл встановлення плунжерів на модулі 1. Опишемо один цикл на прикладі встановлення плунжерів 1. Циліндр горизонтального переміщення 4 виходить в робоче положення, інструмент робота піднімається разом з перемикачем на певну відстань по осі Z після цього грейфер 6 відкривається і плунжер встановлюється в гніздо перемикача. Після цього робот повертається в попереднє положення, циліндр 4 втягується, циліндр вертикального переміщення виходить в робочу позицію далі грейфер 6 захоплює деталь в гнізді сепаратора, після чого циліндр 5 засувається, циліндр сепаратора засувається і коли в гніздо надходить деталь він знову висувається. Робот переміщується переміщується в зону встановлення плунжерів №2 – цикл знову повторюється. Далі робот переміщується до модуля №3 для встановлення плунжерів №3. Циліндр 8 виходить в робоче положення далі робот підіймає інструмент по осі Z на певну відстань, а після цього грейфер відпускає деталі. Інструмент робота повертається в попередню позицію. Циліндр 8 задвигається і циліндр 9 висувається, грейфер 10 захоплює деталь після чого деталі 10 задвигається. Циліндр 7 засувається і після подачі деталей висувається – цикл повторюється 2 або 4 рази, в залежності від того який блок буде там знаходитись або з двома кнопками або з чотирма.

|      |      |          |        |      |       |
|------|------|----------|--------|------|-------|
|      |      |          |        |      | Арк   |
| Зм.  | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Арк/5 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |       |

МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ



Після того як встановили плунжери №3,4,5,6 робот повертається для встановлення модулів №7 та 8. Даний перехід між модулями потрібен для економії часу та прискорення часу циклу, так як, при встановленні плунжерів №1,2,7,8 підряд потрібно зробити багато зайвих рухів. Після встановлення плунжерів №8 проходить опитування сенсора на початку вихідного конвеєра. Якщо ОК, то робот рухається в позицію Release і кладе деталь на конвеєр, циліндр 2 засувається, після чого робот повертається в позицію Home де розвертає грейфер назад на 180° навколо осі X, циліндр 1 втягується.

Всі приводи початкових позицій позначаються «А», всі робочі позиції позначаються «В».

1. Сканування штрих-коду на етикетці.
2. Візьміть корпус деталі S/A з транспортної шини пневмозахватами робота. Якщо результат (1) задовільний то переходимо до кроку 3.
3. Якщо результат незадовільний то переходимо до кроку 27.
4. Робот переміщується до блоку 1 позиціонує при цьому перше положення.
5. Циліндр «Ц2» переміщується в положення «В».
6. Пневмозахват захоплює два плунжера (2).
7. Циліндр «Ц2» повертається в положення «А».
8. Циліндр «Ц1» переміщується в положення «В».
9. Циліндр «Ц2» переміщується в положення «В» і встановлює два плунжера в зазначені пази.
10. Пневмозахват відпускає плунжери.
11. Циліндр «Ц2» повертається в положення «А».
12. Циліндр «Ц1» повертається в положення «А».
13. Робот позиціонує корпус S/A і встановлює його в друге положення.
14. Повторюємо кроки 4-11.
15. Робот позиціонує деталь S/A і встановлює в третє положення.
16. Повторюємо кроки 4-11.
17. Робот переходить до блоку 2, позиціонує деталь S/A і встановлює її в позицію.

|      |      |          |        |      |       |
|------|------|----------|--------|------|-------|
|      |      |          |        |      | Арк   |
| Зм.  | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Арк/6 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |       |

МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ

18. Циліндр «Ц5» переміщується в позицію «А».
19. Циліндр «Ц4» переміщується в позицію «В».
20. Циліндр «Ц5» переміщується в позицію «В» і встановлює плунжери.
21. Пневмозахват відпускає плунжери.
22. Робот повертає деталь S/A на 90°.
23. Повторюємо кроки 19-24.
24. Робот переміщується до вихідного конвеєра.
25. Камера перевіряє наявність плунжерів в деталі S/A.
26. Робот переміщує деталь на транспортну шину.

|      |      |          |        |      |       |
|------|------|----------|--------|------|-------|
|      |      |          |        |      | Арк   |
| Зм.  | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Арк/7 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |       |

МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ

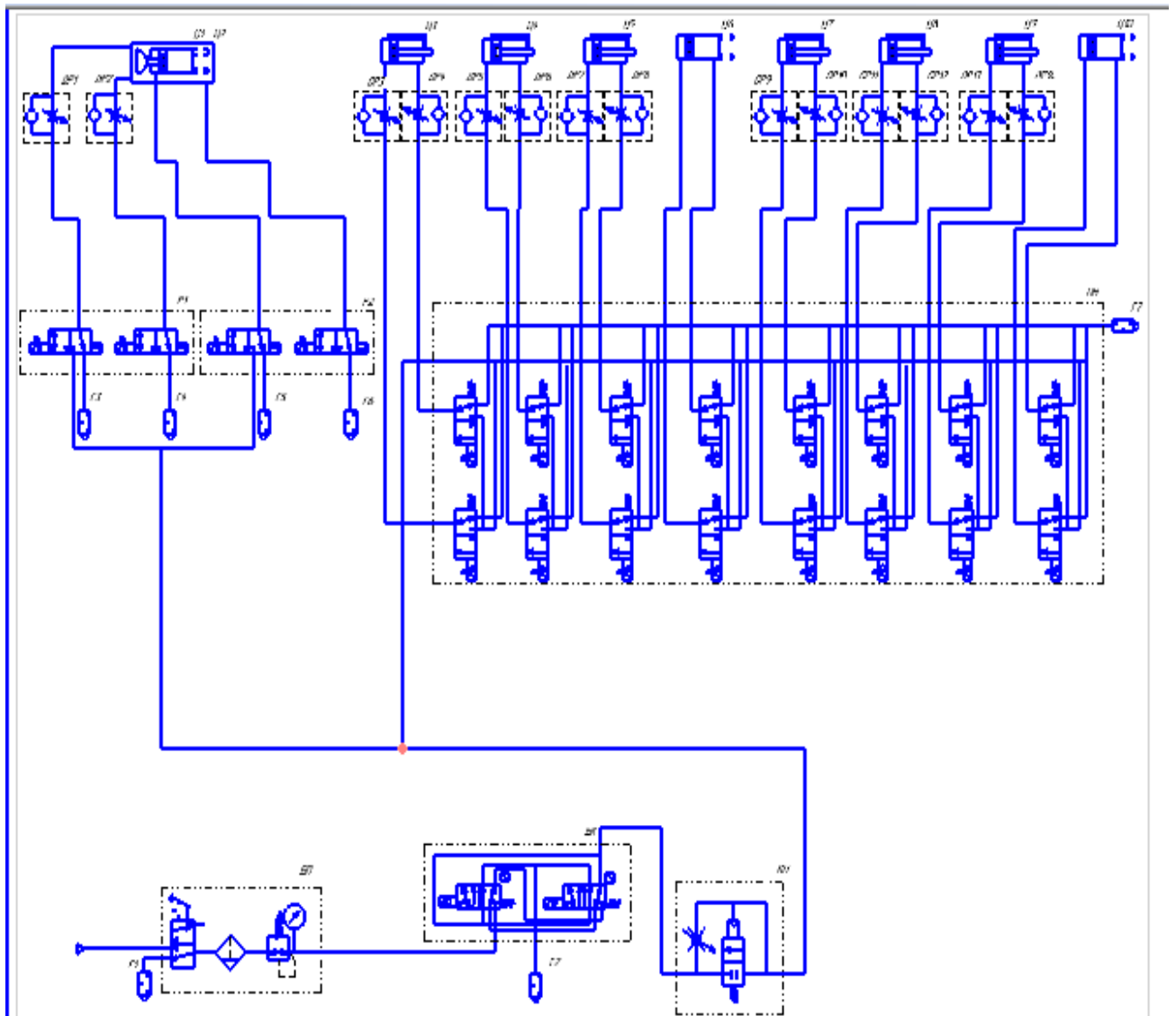


Рис. 2.1 Пневматична схема роботи автоматизованої станції складання склопідйомника.

## 2.2 Статичний розрахунок основного приводу

В даній схемі основним приводом є пневматичний поршневий циліндр який запресовує плунжери , це є пневмоциліндр двосторонньої дії з горизонтальним розташуванням. Технологічне навантаження прикладається в кінці ходу, тому діаметр циліндра знаходимо по розрахунковій формулі:

|      |      |          |        |      |       |
|------|------|----------|--------|------|-------|
|      |      |          |        |      | Арк   |
| Зм.  | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Арк/8 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |       |

МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{mg}{0,9 \cdot p_m - p_a}} = 1,13 \sqrt{\frac{1,5 \cdot 9,81}{0,9 \cdot 0,5 \cdot 10^6 - 0,1 \cdot 10^6}} = 7 \text{ (мм)}$$

$$\text{При } P_2 = mg = 0 \cdot 9,81 = 0 \text{ Н.}$$

Знайдене значення величини D округлюється до ближнього значення з нормованого ряду діаметрів по ГОСТ 6540-63 (в мм): D=10 мм.

Діаметр штока знаходимо зі співвідношення:

$$d = (0,25 \dots 0,32)D = 0,30 \cdot 10 = 3 \text{ (мм)}$$

Отримане значення округлюємо до найближчого значення ряду (в мм).  
Приймаємо d=4 мм.

Умовний прохід приєднувальних отворів пневмоциліндру вибирається згідно рекомендацій, зі співвідношення  $d_y \approx 0,1D$ . Однак, при виборі величини  $d_y$  необхідно також враховувати довжину руху поршня та необхідну швидкодію приводу:

$$d_y \approx 0,3D = 0,3 \cdot 10 = 3 \text{ (мм);}$$

$$d_y \cong D \sqrt{\frac{S}{W_{\text{сер}} \cdot t_{\text{оч}}}} = 0,080 \sqrt{\frac{0,08}{17 \cdot 0,5}} = 3 \text{ (мм).}$$

де  $W_{\text{сер}} = 17 \text{ м/с}$  - середня швидкість потоку стиснутого повітря в підвідній лінії при наповненні робочої порожнини пневмоциліндру.

### 3.1. Вибір трубопроводів і пневмоапаратури

Пораховане при статичному розрахунку основного приводу значення умовного проходу приєднувальних отворів використовується при виборі трубопроводу, який зв'язує порожнини приводу з пневморозподільником, а

|      |      |          |        |      |       |
|------|------|----------|--------|------|-------|
|      |      |          |        |      | Арк   |
| Зм.  | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Арк/9 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |       |

МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ

також самого пневморозподільника. Їх прохідні розтини повинні відповідати вибраному значенню  $d_y$ .

Для допоміжних приводів, щоб запобігти довгої номенклатури пневмоапаратів та трубопроводів, які використовують в пневмосистемі, рекомендується пневморозподільники та їх лінії зв'язку, вибирати за тими ж ознаками що і в основному приводі, так, як це робиться зазвичай на практиці.

Таблиця 2.2

Пневмоциліндр DGSL-12-80-P1A

|                                          |        |
|------------------------------------------|--------|
| Хід, (мм)                                | 80     |
| Діаметр поршня, (мм)                     | 12     |
| Робочий тиск, (бар)                      | 1,5-8  |
| Максимальна швидкість, (м/с)             | 0,8    |
| Температура навколишнього середовища, °C | 0 - 60 |
| Довжина демфування, (мм)                 | 1,3    |
| Максимальна сила при 6 бар (Н)           | 80     |
| Маса, (кг)                               | 0,8    |
| Умовний прохід, мм                       | M3     |
| Матеріал ущільнень                       | HNBR   |
| Максимальний крутний момент, (Нм)        | 12     |

Пневмоциліндр HGDS-PP-16-YSRT-A-B

Таблиця 2.3

|                                              |              |
|----------------------------------------------|--------------|
| Діаметр, (мм)                                | 16           |
| Діапазон налаштування кута                   | Від 0 до 210 |
| Хід захватів, (мм)                           | 4,5          |
| Кількість захватів                           | 2            |
| Робочий тиск (бар)                           | 3 – 8        |
| Максимальна частота обертання при 6 бар (Гц) | 1,5          |
| Мінімальний час відкриття при 6 бар, (мс)    | 40           |

|      |      |          |        |      |                         |        |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|--------|
| Зм.  | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ | Арк.   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         | Арк.20 |

|                                            |        |
|--------------------------------------------|--------|
| Температура навколишнього середовища, (°C) | 5 - 60 |
| Сумарне зусилля захвата при 6 бар (Н)      | 112    |
| Максимальний крутний момент, (Нм)          | 11     |
| Вага, (кг)                                 | 0,73   |
| Пневматичне з'єднання                      | M3     |
| Матеріал ущільнень                         | NBR    |

Пневмоциліндр HGPT-16-A-B

Таблиця 2.4

|                                            |      |
|--------------------------------------------|------|
| Діаметр, (мм)                              | 16   |
| Хід при захваті, (мм)                      | 3    |
| Кількість захватів,                        | 2    |
| Загальне зусилля захватів при 6 бар, (мм)  | 300  |
| Робочий тиск, (бар)                        | 3-8  |
| Умовний прохід, мм                         | M3   |
| Мінімальний час відкриття, (мс)            | 9    |
| Маса, кг                                   | 0,85 |
| Максимальний крутний момент, (Нм)          | 12   |
| Температура навколишнього середовища, (°C) | 5-60 |

Дросель із зворотнім клапаном DRLA-M3

Таблиця 2.5

|                                            |          |
|--------------------------------------------|----------|
| Пневматичне з'єднання                      | M3       |
| Стандартна витрата, (л/хв)                 | 50       |
| Температура навколишнього середовища, (°C) | -10 – 60 |
| Робочий тиск, бар                          | 0,2 – 10 |
| Матеріал ущільнення                        | NBR      |
| Вага, (кг)                                 | 0,01     |

Глушитель AMTE-M-H-M5

Таблиця 2.6

|                      |        |
|----------------------|--------|
| Умовний прохід, мм   | M3     |
| Тиск живлення, (бар) | 0 – 10 |

|      |      |          |        |      |                         |        |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|--------|
| Зм.  | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ | Арк.27 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |        |

|                                       |          |
|---------------------------------------|----------|
| Рівень звуку, (дБ)                    | 71       |
| Температура робочого середовища, (°C) | -10 – 80 |
| Вага продукта, (Кг)                   | 0,005    |

|                                                                             |        |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------|
| Витрата повітря при тиску 0,4 МПа, $m^3/хв$                                 | 0,063  |
| Втрати тиску при вказаній витраті, не більше, МПа                           | 0,1    |
| Пропускна здатність $K_v$ , л/хв                                            | 3      |
| Витоки повітря з-під золотника при номінальному тиску, не більше, $см^3/хв$ | 200    |
| Час спрацювання при тиску 0,4 МПа, не більше, с                             | 0,1    |
| Найбільша допустима кількість спрацювань, цикл/хв.                          | 250    |
| Довговічність, цикл                                                         | $10^6$ |
| Маса, кг                                                                    | 0,72   |

Дросель GRLA-M5-QS-4-D

Таблиця 2.7

Фільтр-регулятор серії MSB

Таблиця 2.8

|                                            |          |
|--------------------------------------------|----------|
| Фільтр. (мкм)                              | 40       |
| Робочий тиск, (бар)                        | 0,5 – 12 |
| Номінальна витрата, (л/хв)                 | 1700     |
| Температура навколишнього середовища, (°C) | 0 – 60   |

Клапан плавного запуску Festo MS4-DL-1/4

Таблиця 2.9

|                              |        |
|------------------------------|--------|
| Умовний прохід               | G 1/4  |
| Номінальна витрата л/хв      | 2000   |
| Тиск, (бар)                  | 4 – 12 |
| Температура середовища, (°C) | 0 – 10 |
| Матеріал ущільнень           | NBR    |
| Вага, (кг)                   | 0,23   |

|      |      |          |        |      |       |
|------|------|----------|--------|------|-------|
|      |      |          |        |      | Арк   |
| Зм.  | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Арк22 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |       |

МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ

таблица 2.10

|                                      |         |
|--------------------------------------|---------|
| Отвір підключення                    | M3      |
| Максимальна швидкість потоку, (л/хв) | 180     |
| Робочий тиск, (бар)                  | 1,5 – 7 |
| Робоча температура, (°C)             | -5 – 60 |
| Напруга соленоїда, (В)               | 24      |

таблица 2.11

|                            |         |
|----------------------------|---------|
| Робочий тиск, (бар)        | 3 – 10  |
| Номінальна витрата, (л/хв) | 1050    |
| Час вмикання, (мс)         | 54      |
| Час переключання, (мс)     | 24      |
| Середня температура        | -5 – 60 |
| Рівень шуму, (дБ)          | 85      |
| Вага, (кг)                 | 1,185   |

таблица 2.12

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| Максимальна витрата, (л/хв) | 780 |
| Максимальний тиск, (бар)    | 10  |

[7].



### Розділ 3. ДИНАМІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ОСНОВНОГО ПРИВОДУ

При динамічному розрахунку визначається час спрацювання приводу, під яким мається на увазі час  $t$  руху поршня в одному напрямку. Цей час складається з трьох складових:  $t_I$  – час підготовчого періоду – з початку переключення керуючого пристрою до початку руху поршня;  $t_{II}$  – час руху поршня, протягом якого поршень пройде весь заданий робочий шлях;  $t_{III}$  – час кінцевого періоду, впродовж якого тиск в робочій порожнині збільшується до значення, що потребується.

В залежності від функціонального призначення приводу ті або інші інтервали часу являються найбільш суттєвими. У транспортуючих пневмоприводах найбільш суттєвим є час руху поршня, а заключний період не розглядається.

На рис.3.1 показана розрахункова схема пневмоприводу, основним елементом котрого є пневмоциліндр двосторонньої дії.

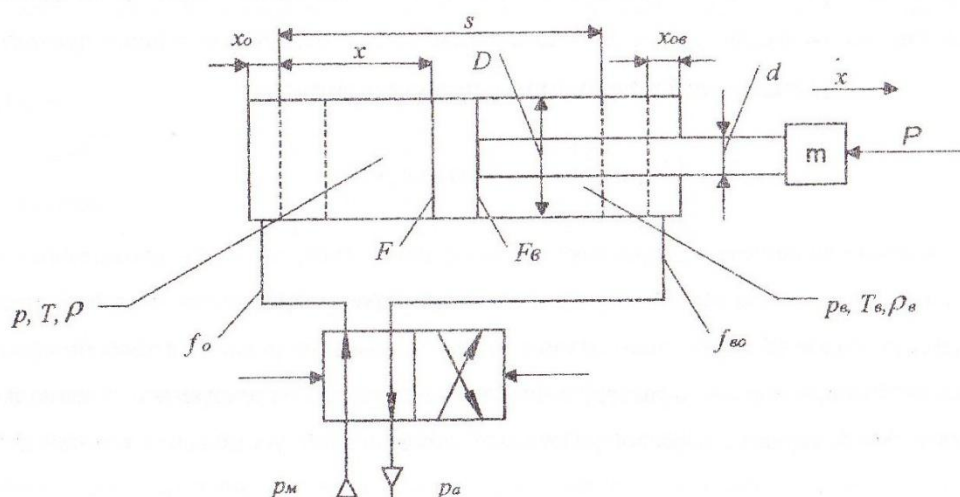


Рис. 3.1. Розрахункова схема пневмоприводу

Положення поршня визначається його поточною координатою  $X$ , що

|      |      |          |        |      |       |
|------|------|----------|--------|------|-------|
|      |      |          |        |      | Арк   |
| Зм.  | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Арк24 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |       |

МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ

відраховується від умовного нуля  $X_0$ . В вихідному положенні поршня теоретично  $X_0=0$ , але із-за наявності шкідливого об'єму  $X_0=X_{\phi}$ , що мінімальний розрахунковий об'єм робочої порожнини циліндра, який повинен бути наповнений стиснутим до деякого тиску повітрям, перш ніж поршень почне рухатись:

$$X_0 = \frac{V_{p \min}}{F} = \frac{V_0 + V_{pm}}{F},$$

де  $V_{p \min}$  - мінімальний розрахунковий об'єм робочої порожнини;

$F$  – площа поршня з боку робочої порожнини:

$$F = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,01^2}{4} = 0,0000785 \text{ (м}^2\text{)}$$

$V_0$  - шкідливий об'єм циліндру:

$$\frac{V_0}{F \cdot s} = 0,00002 \text{ звідки}$$

$$V_0 = 0,01 \cdot F \cdot s = 0,00002 \cdot 0,0000785 \cdot 0,08 = 1,25 \cdot 10^{-10} \text{ (м}^3\text{)}$$

де  $s$  – робочий хід привода.

$V_{pm}$  - розрахунковий (приведений) об'єм трубопроводу.

Пізніше знайдемо, що  $V_{p.m.} = 5,0125 \cdot 10^{-6} \text{ (м}^3\text{)}$ .

$$X_0 = \frac{1,25 \cdot 10^{-10} + 5,0125 \cdot 10^{-6}}{0,0000785} = 7,9 \cdot 10^{-12} \text{ (м)}$$

### 3.1.1. Знаходження пропускної здатності напірної пневмоліній.

Так як пневмолінія нашої схеми складається з двох частин трубопроводу, що зв'язують між собою елементи пневмоапаратури, на яких будемо визначати

|                         |      |          |        |      |       |
|-------------------------|------|----------|--------|------|-------|
| МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ |      |          |        |      | Арк   |
| Зм.                     | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Арк25 |
| Змн.                    | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |       |

пропускну здатність напірної пневмолінії, то ефективна площа перерізу являє собою приведену величину.

При послідовному з'єднанні елементів та ділянок напірної пневмолінії маємо:

$$\frac{1}{f_e^2} = \frac{1}{f_{e_{K3}}^2} + \frac{1}{f_{e_{T1}}^2} + \frac{1}{f_{e_p}^2} + \frac{1}{f_{e_{T2}}^2} \cdot (*)$$

Значення пропускної здатності: для розподільника Р  $K_v=1$  л/хв.

Призначимо:

- Довжина трубопроводу від компресора до розподільника  $l_{T1} = 1,5$  м
- Довжина розподільника  $l = 0,75$
- Довжина від розподільника до робочої порожнини  $l_{T2} = 0,3$  м

Знайдемо  $f_{e_{T1}}$ , для цього знайдемо коефіцієнт сумарних витрат  $\zeta_1$  за формулою:

$$\zeta_1 = \frac{\lambda}{2} \cdot \frac{l_{T1}}{d} = \frac{0,025}{2} \cdot \frac{1,5}{0,003} = 6,25$$

де  $\lambda = 0,025$  – коефіцієнт тертя для повітря,

$d=0,003$  м – діаметр трубопроводу,

$l_{T1} = 1,5$  м – довжина першої ділянки трубопроводу.

За величиною  $\zeta_1$ , використовуючи графік  $\mu = f(\zeta)$  (рис. 3), знаходимо величину  $\mu_1=0,43$ .

Потім розраховуємо ефективну площу:

$$f_{e_{T1}} = \mu_1 \cdot f_{T1},$$

де  $f_{T1}$  – площа перетину трубопроводу:

|      |      |          |        |      |       |
|------|------|----------|--------|------|-------|
|      |      |          |        |      | Арк   |
| Зм.  | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Арк26 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |       |

МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ

$$f_{T1} = \frac{\pi \cdot d_T^2}{4}.$$

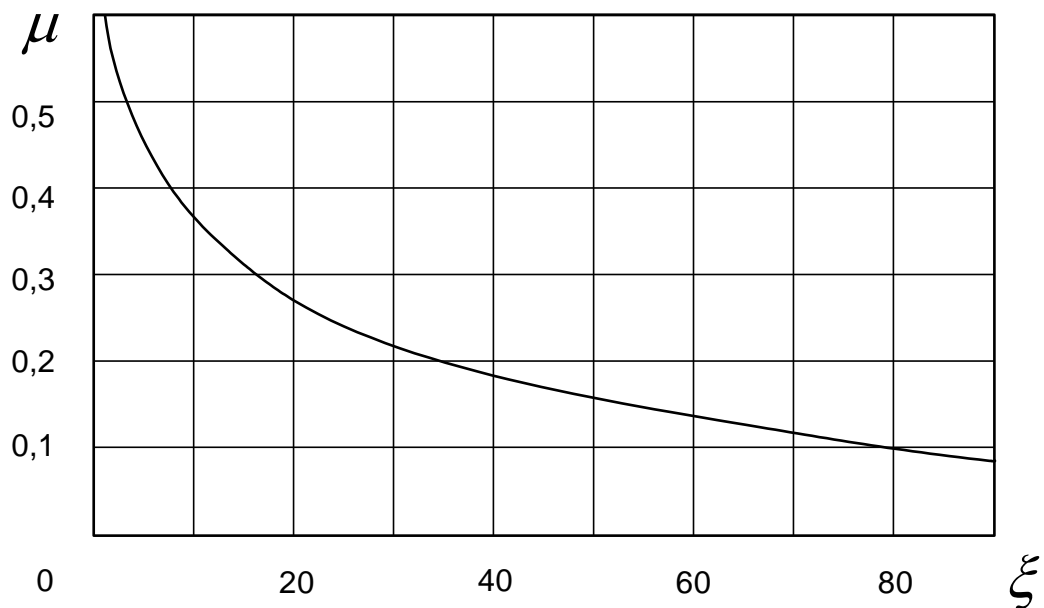


Рис. 3.2. Графік залежності  $\mu=f(\zeta)$

Підставимо значення:

$$f_{eT1} = 0,27 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,003^2}{4} = 3,03 \cdot 10^{-6} (\text{м}^2)$$

Аналогічно і для другої ділянки трубопроводу.

Коефіцієнт сумарних витрат  $\zeta_2$ :

$$\zeta_2 = \frac{\lambda}{2} \cdot \frac{l_{T2}}{d} = \frac{0,025}{2} \cdot \frac{0,3}{0,003} = 1,25$$

де  $\lambda = 0,025$  – коефіцієнт тертя для повітря,

$d=0,00$  м – діаметр трубопроводу,

$l_{T2} = 0,3$  м – довжина першої ділянки трубопроводу.

За величиною  $\zeta_2$ , використовуючи графік  $\mu = f(\zeta)$  (рис. 3), знаходимо величину  $\mu_2=0,55$ .

|      |      |          |        |      |       |
|------|------|----------|--------|------|-------|
|      |      |          |        |      | Арк   |
| Зм.  | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Арк27 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |       |

МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ

Потім розраховуємо ефективну площу:

$$f_{e_{T2}} = \mu_2 \cdot f_{T2},$$

де  $f_{T2}$  – площа перетину трубопроводу.

$$f_{T2} = \frac{\pi \cdot d_T^2}{4}.$$

Підставимо значення:

$$f_{e_{T2}} = 0,4 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,003^2}{4} = 3,8 \cdot 10^{-6} (\text{м}^2)$$

Підставимо отримані значення в формулу (\*), отримаємо:

$$\frac{1}{f_e^2} = \frac{1}{(3,03 \cdot 10^{-6})^2} + \frac{1}{(3,08 \cdot 10^{-6})^2} = 0,21 \cdot 10^{12}$$

$$f_e = \frac{1}{\sqrt{0,21 \cdot 10^{12}}} = 0,213 \cdot 10^{-6} (\text{м}^2).$$

### 3.2.1. Врахування об'ємів трубопроводів при динамічному розрахунку напірної пневмолінії

Розроблено метод врахування розподіленого об'єму трубопроводу шляхом його приведення до зосередженого об'єму. Розрахунковий (приведений) об'єм визначається формулою:

$$V_{p.m.} = k_v \cdot V_T,$$

де  $V_T$  – фактичний об'єм трубопроводу;

|      |      |          |        |      |       |
|------|------|----------|--------|------|-------|
|      |      |          |        |      | Арк   |
| Зм.  | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Арк28 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |       |

МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ

$$V_T = \frac{\pi \cdot d_T^2}{4} \cdot l_{T2},$$

$k_v$  – коефіцієнт приведення розподіленого об'єму до зосередженого.

Коефіцієнт  $k_v$  знаходиться за формулою:

$$k_v = \frac{f_e}{f'_e},$$

де  $f_e$  – ефективна площа перерізу пневмолінії;

$f'_e$  – ефективна площа перерізу тієї ж пневмолінії, але знайдена з урахуванням половини гідравлічного опору ділянки трубопроводу, для якого визначається розрахунковий об'єм.

Знайдемо ефективну площу на ділянці  $l_{T2}$ , із якої визначимо розрахунковий об'єм:

$$f'_{e_{T2}} = \mu_2 \cdot f'_{T2}.$$

Розглянемо приведену довжину:

$$l_{пр} = \frac{2}{\lambda} * \xi_{пр} * d_2 = \frac{2}{0.025} * 6,25 * 0.003 = 1,5 \text{ м}$$

Далі знайдемо:

$$V_m = l * \frac{\pi d_y^2}{4} = 1,5 * \frac{3,14 * 0,003^2}{4} = 0,000005 \text{ м}^3$$

|      |      |          |        |      |       |
|------|------|----------|--------|------|-------|
|      |      |          |        |      | Арк   |
| Зм.  | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Арк29 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |       |

МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ

Далі підставимо  $k_v$  і знайдемо  $V_{p.m.}$ :

$$V_{p.m.} = k_v * V_m = 1 * 0.000005 = 5 \cdot 10^{-6} \text{ (м}^3\text{)}.$$

- де  $k_v = 1$ , коефіцієнт на виході із розподільника.

### 3.3. Визначення часу підготовчого періоду

Час  $t_n$  підготовчого періоду знаходиться за формулою:

$$t_n = t_1 + t_2 + t_3,$$

де  $t_1$  – час переключення розподільника (приводиться в технічній характеристиці)  $t_1 = 0.0078$ ;

$t_2$  – час розповсюдження тиску в трубопроводах, що пов'язує порожнини пневмоциліндра і розподільника, визначається згідно формули:

$$t_2 = \frac{l_{T2}}{a},$$

де  $l_{T2}$  – довжина трубопроводу;

$a$  – швидкість звуку в повітрі, що визначається як функція абсолютної температури повітря  $a = 20\sqrt{T}$ , котру можна прийняти рівною середній температурі навколишнього середовища  $T = 290 \dots 293^\circ\text{K}$ ;

$t_3$  – час зміни тисків у порожнинах пневмоциліндра на момент початку руху поршня з місця.

Підставимо значення і отримаємо:

|      |      |          |        |      |                         |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|
|      |      |          |        |      | Арк                     |
|      |      |          |        |      | Арк30                   |
| Зм.  | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |

$$t_2 = \frac{l_{T2}}{a} = \frac{l_{T2}}{20 \cdot \sqrt{T}} = \frac{1}{20 \cdot \sqrt{292}} = 0,00085 \text{ (с)}.$$

Для визначення складової  $t_3$  часу підготовчого періоду необхідно розрахувати час наповнення робочої порожнини від атмосферного тиску до тиску руху, при якому поршень починає рухатись з місця (розрахунок часу спорожнення порожнини вихлопу від магістрального тиску до тиску руху непотрібно, адже пневмоциліндр односторонньої дії). Час наповнення робочої порожнини визначається із виразу:

$$t_{\text{нап}} = 3.62 \cdot 10^{-3} \frac{V_{p \text{ min}}}{f_e} [\psi_1(\sigma_p) - \psi_1(\sigma_a)],$$

де  $V_{p \text{ min}}$  – мінімальний розрахунковий об'єм робочої порожнини;

$$V_{p \text{ min (п)}} = V_0 + V_{\text{рт}} = 1,25 \cdot 10^{-10} + 0,000005 = 5,0125 \cdot 10^{-6} \text{ (м}^3\text{)};$$

$$t_{\text{нап}} = 3,62 \cdot 10^{-3} * \frac{0,000008}{0,000000213} * [0,73 - 0,48] = 0,021 \text{ с}$$

$f_e$  – ефективна площа прохідного перерізу лінії підводу;

$m\sigma = p / p_m$  – безрозмірний тиск в робочій порожнині пневмоциліндру, що є відношення поточного тиску в цій порожнині до тиску, що підводиться від живлення;

$\sigma_a = p_a / p_m$  - безрозмірний тиск, що відповідає початку наповнення;

$$\sigma_a = \frac{p_a}{p_m} = \frac{0,1}{0,5} = 0,2;$$

|      |      |          |        |      |       |
|------|------|----------|--------|------|-------|
|      |      |          |        |      | Арк   |
| Зм.  | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Арк37 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |       |

МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ



$\sigma_p = p_p / p_m$  – безрозмірний тиск в кінці підготовчого періоду в момент початку руху поршня з місця;

$\psi_1(\sigma_p)$ ,  $\psi_2(\sigma_a)$  – функції тиску, що визначаються згідно графіку на рис.3.3.

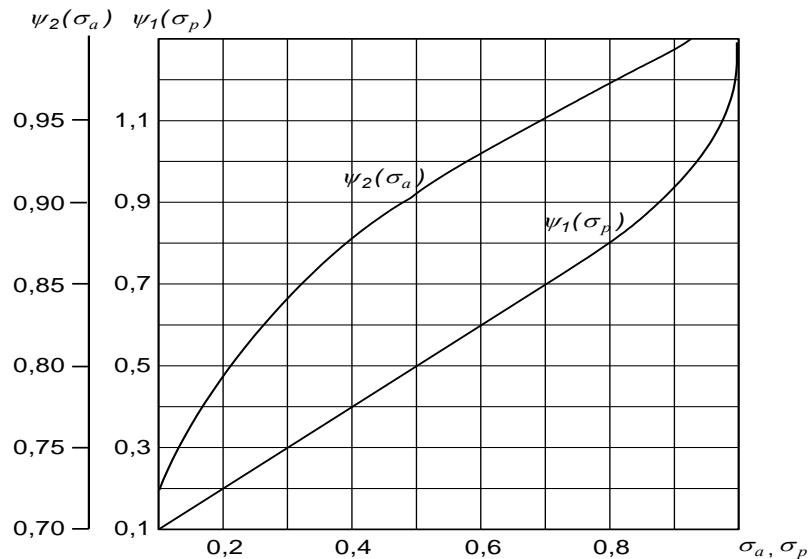


Рис. 3.3. Графік залежності функції тиску від безрозмірного тиску в кінці підготовчого періоду

Безрозмірний тиск, що відповідає початку наповнення:

$$\sigma_a = \frac{0,1 * 10^6}{0,5 * 10^6} = 0,2$$

Безрозмірний тиск в кінці підготовчого періоду в момент початку:

$$\sigma_p = \frac{0,038 * 10^6}{0,5 * 10^6} = 0,73$$

Знаходимо значення функцій  $\psi_1(\sigma_a) = 0,48$ ;  $\psi_1(\sigma_p) = 0,73$ ; за графіком

Підставимо значення і знайдемо час  $t_n$  підготовчого періоду:

$$t_n = t_1 + t_2 + t_3 = 0,0078 + 0,0023 + 0,021 = 0,0311 \text{ (с)}.$$

Час руху циліндра визначимо:

|      |      |          |        |      |       |
|------|------|----------|--------|------|-------|
|      |      |          |        |      | Арк   |
| Зм.  | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Арк32 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |       |

МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ

$$t_p = \frac{Q}{V} = \frac{0.6}{5,0125 * 10^{-6}} = 1,17 \text{ с.}$$

Час спорожнення:

$$t_{\text{сп}} = 2,53 * 10^{-2} \frac{V_{\text{рв}}}{f_{\text{ве}} * \sigma_a^{\frac{k-1}{2k}}} * [\psi_2(\sigma_{\text{вр}}) - \psi(\sigma_{\text{ва}})]$$

Визначимо розрахунковий об'єм порожнини вихлопу:

$$V_p = V_{p \text{ min}} + F \cdot s = 0,0000050125 + 0,0000785 \cdot 0,08 = 0,002705 \text{ м}^3$$

$$t_{\text{сп}} = 2,53 * 10^{-2} * \frac{0,002705}{0,000000213 * 0,2^{0,14}} * [0,84 - 0,71] = 0,344 \text{ с.}$$

Знаходимо значення функцій  $\psi_2(\sigma_{\text{ва}}) = 0,71$ ;  $\psi_2(\sigma_{\text{вр}}) = 0,84$ ;

Де  $\kappa=1,4$  – показник адіабати.

### 3.4. Визначення часу заключного періоду

Час заключного періоду визначається тривалістю тисків в порожнинах пневмоциліндру після зупинки поршня наприкінці руху, тобто тривалістю процесів наповнення і спорожнення робочої і вихлопної порожнин, в яких повинні встановитися стабільні тиски – магістральний в робочій і атмосферний в порожнині вихлопу. Робоча порожнина з розрахунковим об'ємом,  $\text{м}^3$ :

$$V_p = V_{p \text{ min}} + F \cdot s = 0,0000050125 + 0,0000785 \cdot 0,08 = 0,002705 \text{ м}^3$$

наповнюється від тиску  $p_{\kappa}$  в момент зупинки поршню наприкінці руху до

тиску  $p_{\text{м}}$ . Їм відповідають безрозмірні значення  $\sigma_{\kappa} = \frac{p_{\kappa}}{p_{\text{м}}}$  і  $\sigma = \frac{p_{\text{м}}}{p_{\text{м}}} = 1$ .

|      |      |          |        |      |       |
|------|------|----------|--------|------|-------|
|      |      |          |        |      | Арк   |
| Зм.  | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Арк33 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |       |

МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ

$$V_{pv} = V_{pv \min} = 0.0000050125 \text{ м}^3$$

Приймаємо рівними статичним значенням тисків:

$$\begin{aligned} p_k &= p_y & \sigma_k &= \sigma_y \\ p_{vk} &= p_{vy} & \sigma_{vk} &= \sigma_{vy} \end{aligned}$$

За час заключного періоду  $t_{\text{зак}}$  приймається найбільшим із знайдених значень  $t_{\text{нап}}$  і  $t_{\text{спор}}$

$$t_{\text{зак}} = t_{\text{спор}} = 0,344 \text{ с.}$$

$$t_{\text{пх}} = t_{\text{п}} + t_{\text{р}} + t_{\text{зак}} = 0,002705 + 0,344 + 1,17 = 1,5167 \text{ с.} \quad [8].$$

### 3.5. Діаграма роботи пневмоциліндра двосторонньої дії

На цій діаграмі (рис. 3.4) представлені три взаємопов'язані графіки: переміщення поршня  $x = f(t)$ , зміна тиску в робочій порожнині пневмоциліндра односторонньої дії  $p = f(t)$ .

У вихідному положенні поршня штокова та поршневі порожнини пневмоциліндра з'єднані з атмосферою. Початком роботи вважається момент подачі керуючого сигналу на переключення пневморозподільника, при якому поршень виконує прямий хід (час прямого ходу  $t_c$ ). Після можливого відстою (технологічний час  $t_{\text{техн}}$ ) починається зворотній рух поршня (час  $t_{\text{зх}}$ ). Час повного робочого циклу  $t_{\text{ц}} = t_{\text{пх}} + t_{\text{техн}} + t_{\text{зх}}$ .

|      |      |          |        |      |       |
|------|------|----------|--------|------|-------|
|      |      |          |        |      | Арк   |
| Зм.  | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Арк34 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |       |

МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ

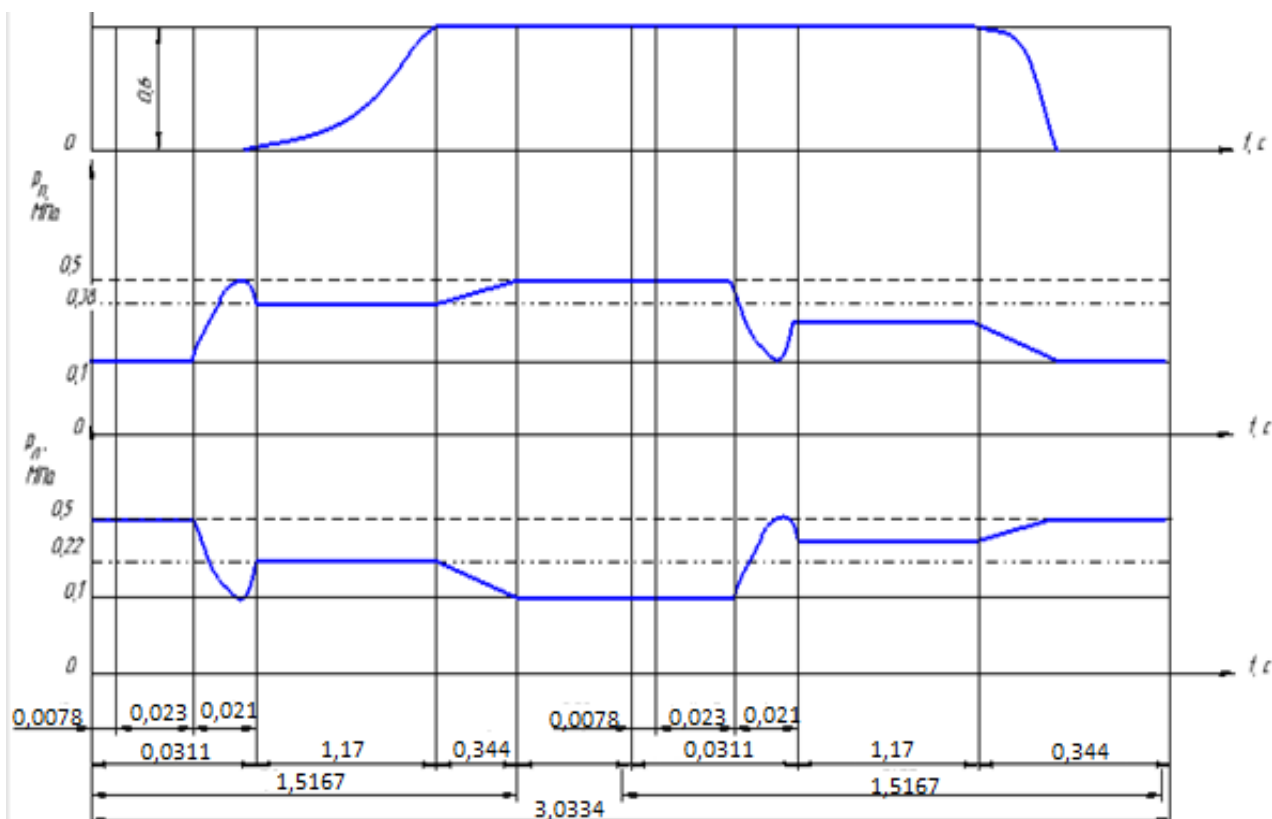


Рис.3.4. Діаграма роботи приводу двосторонньої дії

### 3.6 Розрахунок плунжерів на міцність при згині

Розрахуємо плунжери №1 які встановлюються для фіксування пружин та кулачків в кнопках керування склопідйомником.

Вихідні дані:

$P = 80 \text{ (Н)}$ ,  $a = 12 \text{ (мм)}$ ,  $b = 5 \text{ (мм)}$ ,  $h = 3 \text{ (мм)}$ ,  $[\sigma] = 40 \text{ (Мпа)}$

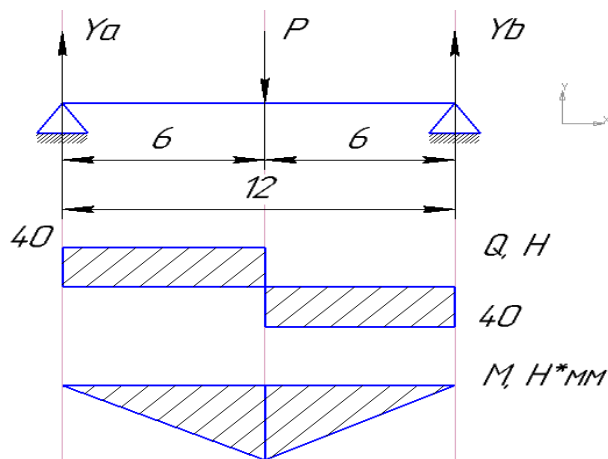


Рис.3.5 Розрахункова схема плунжера

|      |      |          |        |      |                         |        |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|--------|
| Зм.  | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ | Арк.   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         | Арк.35 |

1. Складемо рівняння рівноваги відносно точки А.

$$\sum M(A) = Yb * a - P * 0,5 * a$$

$$Yb = 40 \text{ (Н)}.$$

2. Складаємо рівняння рівноваги відносно точки В.

$$\sum M(B) = -Ya * a + P * 0,5 * a$$

$$Yb = 40 \text{ (Н)}$$

3. Для перевірки складемо рівняння рівноваги проектуючи вектори сил на вісь Y.

$$\sum Y = +Ya - p + Yb = 0$$

$$40 + 40 - 80 = 0$$

Отже реакції в опорах знайдені правильно.

4. Знайдемо максимальний момент.

$$M_{max} = \frac{P*a}{4} = 240 \text{ (Н * мм)}$$

5. Знаходимо умову міцності при згині:

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{W} \leq [\sigma]$$

$$W = \frac{M_{max}}{[\sigma]} = \frac{240}{40} = 6 \text{ (мм}^3\text{)}$$

$$\sigma_{max} = \frac{240}{6} = (40 \text{ МПа}) \leq [\sigma]$$

|      |      |          |        |      |       |
|------|------|----------|--------|------|-------|
|      |      |          |        |      | Арк   |
| Зм.  | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Арк36 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |       |

МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ

Із вище порахованого можна зробити висновок навантаження в 80 Н не зруйнує наш плунжер [9].

### 3.7 Розрахунок плунжерів на міцність при стиску.

Вихідні дані:

$P = 80 \text{ (Н)}$ ,  $a = 12 \text{ мм}$ ,  $b = 3 \text{ мм}$ ,  $h = 7 \text{ мм}$ ,  $[\sigma] = 40 \text{ (МПа)}$

Будуємо розрахункову схему.

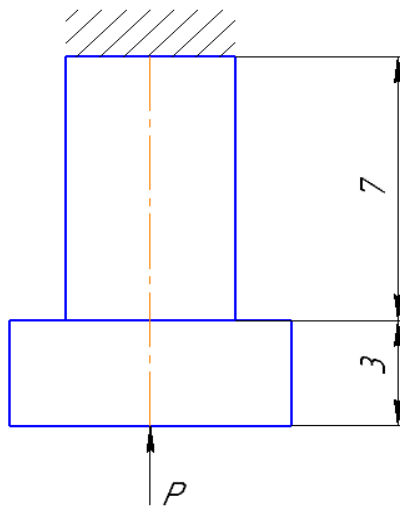


Рис 3.6 Розрахункова схема плунжера

Знаходимо площі поверхонь на які буде діяти сила  $P$ .

$$S_1 = a * h = 12 * 5 = 60 \text{ (мм}^2\text{)}$$

$$S_2 = b * h = 8 * 3 = 24 \text{ (мм}^2\text{)}$$

Записуємо умову міцності при розтягу стиску:

$$\sigma = \frac{N}{F} \leq [\sigma]$$

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{F_1} = \frac{80}{60} = 1,33 \text{ (МПа)}$$

$$\sigma_2 = \frac{N_2}{F_2} = \frac{80}{24} = 3,33 \text{ (МПа)} \quad [9].$$

|      |      |          |        |      |        |
|------|------|----------|--------|------|--------|
|      |      |          |        |      | Арк    |
| Зм.  | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Арк 37 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |        |

МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ

## РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ

На сьогоднішній день велика увага приділяється інтенсифікації та підвищенню ефективності виробництва на базі упровадження досягнень науково-технічного прогресу. Провідна роль у вирішенні даної проблеми відводиться машинобудуванню. Перед цією галуззю поставлені завдання підвищення якості продукції та продуктивності праці, зниження питомої металоємкості машин та обладнання. Саме тому технологічний процес виготовлення деталі має бути таким, щоб з найменшими витратами ресурсів забезпечити встановлений конструктором рівень якості. [10]

У пояснювальній записці описані порядок і всі етапи розробки технологічного процесу виготовлення деталі «Кришка задня»: технологічний контроль якості кресленика, аналіз службового призначення деталі та умов її роботи у вузлі, вибір способу виготовлення заготовки та його технічне обґрунтування, визначення припусків та допусків аналоговим способом, призначення послідовності виконання операцій та проектування їх змісту, вибір устаткування та інструментів для кожної операції технологічного процесу та визначення елементів режимів різання аналоговим способом.

### 4.1 Технологічний розділ

#### 4.1.1 Технологічний контроль якості кресленика

При проектуванні технологічного процесу виготовлення деталі вихідним документом є її креслення. Технолог повинен проконтролювати робоче креслення деталі, у відповідності до ГОСТ 14.206-73. У креслення входять відомості, необхідні для якісного виготовлення деталі, які дають повне уявлення про її конструкцію, а також усі проекції, розрізи, перерізи, які пояснюють конфігурацію деталі. [10]

|      |      |          |        |      |                         |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|
|      |      |          |        |      | Арк                     |
|      |      |          |        |      | Арк 38                  |
| Зм.  | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |

Проаналізувавши креслення можна сказати, що на кресленні вказані всі розміри, необхідні для виготовлення деталі. Не вказана шорсткість та шорсткість усіх поверхонь деталі позначена відповідно до ГОСТ 2789-73. Допуски та відхилення розмірів наведено відповідно до ГОСТ 25346-89 та ГОСТ 25347-82. [10]

#### 4.1.2 Аналіз службового призначення деталі та умов її роботи у вузлі

Деталь «Кришка задня» є складовою пневматичного циліндра. Дана деталь має досить складну зовнішню форму. Габаритні розміри деталі – 28\*49\*31 . Невказані граничні відхилення виконані за ДСТУ ISO 2768-с. Деталь зображено на рис.4.1.

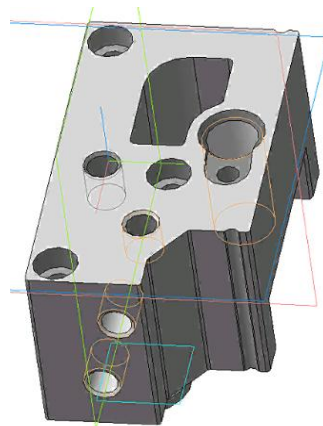


Рисунок 4.1 Кришка задня пневмоциліндра

Кришка виготовляється з сталі 40Х, що призначена для виготовлення удароміцних виробів технічного і виробничого призначення.

#### 4.1.3 Вибір способу виготовлення заготовки та його технічне обґрунтування

Розробку технологічного процесу виготовлення деталі починають з вибору заготовки. Вибрати заготовку – означає визначити спосіб її отримання, розрахувати або підібрати за таблицями припуски на механічну обробку усіх поверхонь і вказати допуски на виготовлення заготовки. З економічної точки

|      |      |          |        |      |                         |         |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|---------|
| Зм.  | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ | Арк. 39 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |         |



зору та враховуючи малосерійний тип виробництва, матеріал деталі та її конфігурації у якості заготовки приймаємо квадрат 30\*50 , ескіз якої наведено на рис. 4.2, а 3D модель – на рис. 4.3.

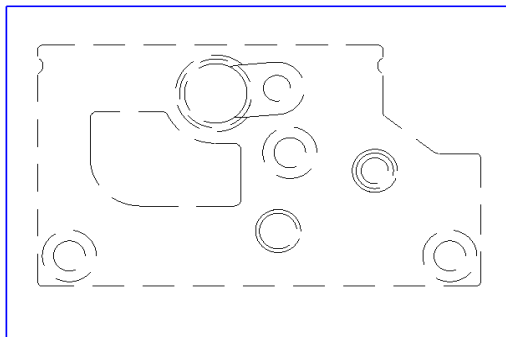


Рисунок 4.2 Ескіз заготовки

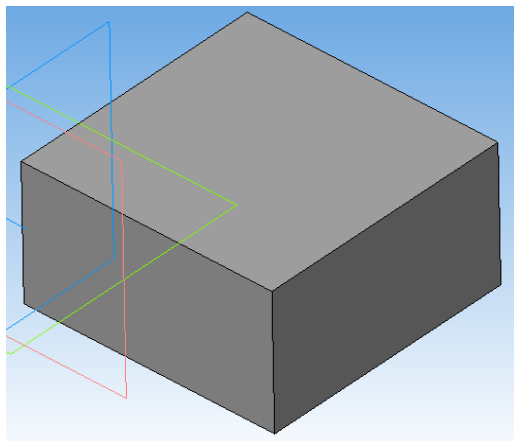


Рисунок 4.3 3D модель заготовки

Користуючись ГОСТ 7505-89 визначимо розміри заготовки, призначивши припуски та допуски на основні оброблювані поверхні.

Всі дані занесемо до табл. 4.1.

|                         |      |          |        |      |     |  |
|-------------------------|------|----------|--------|------|-----|--|
|                         |      |          |        |      | Арк |  |
| Зм.                     | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Арк |  |
| Змн.                    | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Арк |  |
| МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ |      |          |        |      |     |  |

Таблиця 4.1

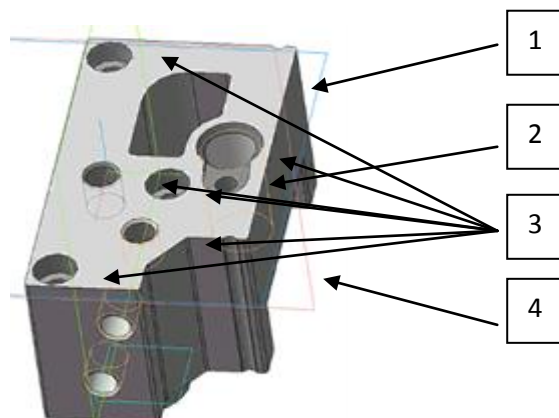
Визначення припусків на сторону, допусків для розмірів основних  
оброблюваних поверхонь

|    |                                                           |       |       |        |
|----|-----------------------------------------------------------|-------|-------|--------|
| 1. | Розмір поверхні<br>деталі<br>оброблюваної<br>різанням, мм | L=28  | L=49  | L=31   |
| 2. | Шорсткість<br>обробленої<br>поверхні, Ra мкм              | Ra1,6 | Ra1,6 | Ra 1,6 |
| 3. | Основний припуск<br>на сторону, мм                        | 1     | 0,5   | 2      |
| 4. | Прийнятий розмір<br>заготовки, м                          | L=30  | L=50  | L=35   |

#### 4.2. Проектування маршрутного технологічного процесу

##### 4.2.1. Вибір типового технологічного процесу

На рис. 4.4(А,Б) зображено послідовність оброблення поверхонь деталі «Кришка», а в табл. 4.3 наведено варіанти їх оброблення. Проте, при розробці технологічних процесів необхідно враховувати, що похибки відхилення форми і, особливо, взаємного розташування оброблених поверхонь в основному визначаються точністю обладнання і пристроїв.



|      |      |          |        |      |                         |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| Зм.  | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         | Арк. |

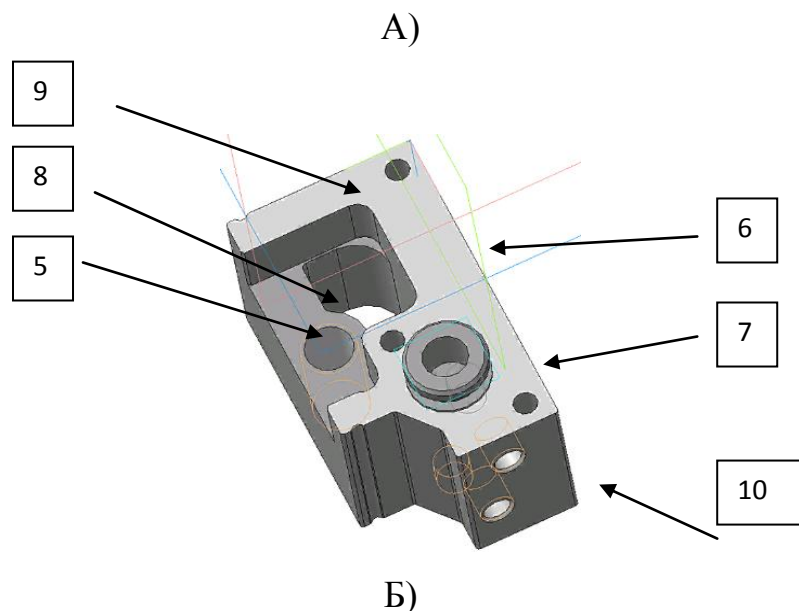


Рисунок 4.4 Послідовність оброблення поверхонь деталі «Кришка задня»

Таблиця 4.3

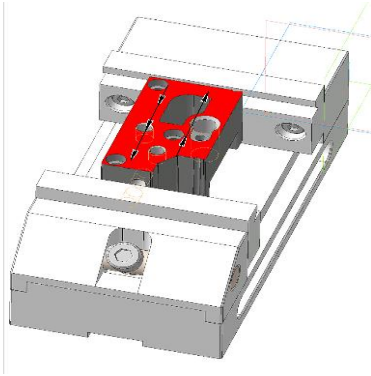
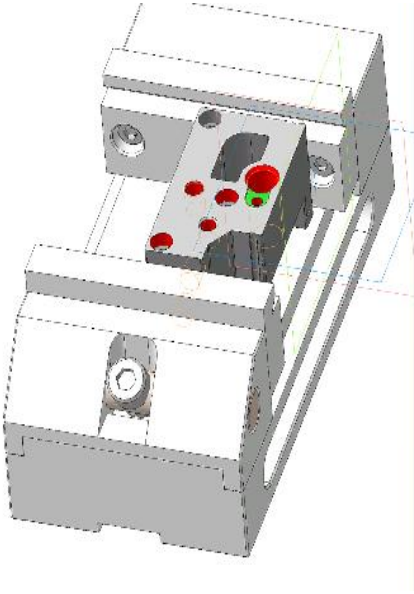
Типові технологічні послідовності оброблення, прийняті для оброблення  
робочих поверхонь деталі «Кришка»

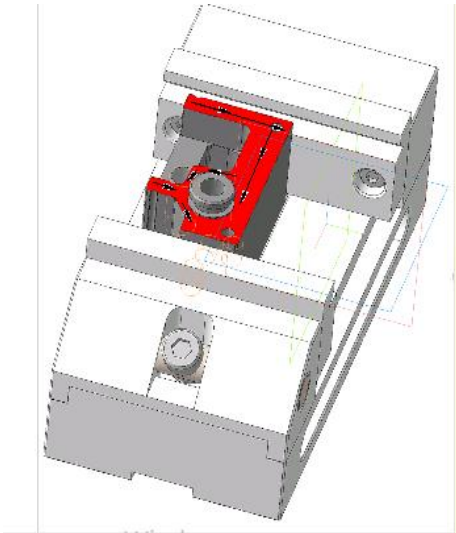
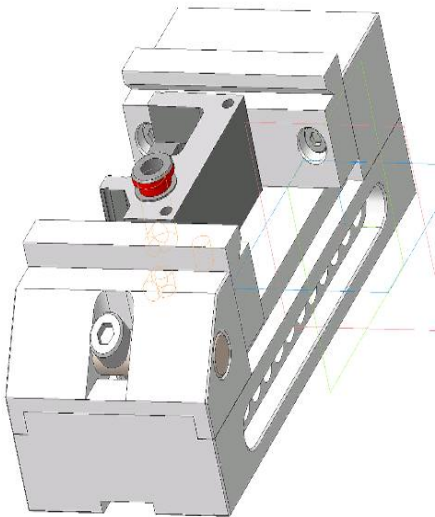
| № | Назва поверхні,<br>габаритні розміри, поля допусків,<br>шорсткість | Назва операції                    |
|---|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | Плоска поверхня (торець), 28*49,<br>Ra1,6                          | Фрезерування торця                |
| 2 | Плоска поверхня (торець), 28*49,<br>Ra1,6                          | Фрезерування пазу                 |
| 3 | Внутрішня циліндрична, Ø3, Ø5<br>Ra1,6                             | Свердління отворів D=3, та<br>D=5 |
| 4 | Плоска поверхня 28*31                                              | Фрезерування торця                |
| 5 | Плоска поверхня 28*31                                              | Фрезерування торця                |
| 6 | Плоска поверхня 28*49                                              | Фрезерування торця                |
| 7 | Циліндрична поверхня                                               | Фрезерування канавки              |

## 4.2.2 Розробка маршрутного технологічного процесу

При розробці маршрутної технологічного процесу для реалізації кожної технологічної операції встановлюють групу та модель верстата, необхідні пристрої та інструменти. Один з можливих варіантів наведено в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 Варіант маршрутного технологічного процесу

| № операції | Назва операції та теоретична схема базування                                                         | Пристрій              | Інструменти                                     |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------|
| 005.01     | Одноцільова<br>    | 3-х кулачковий патрон | фреза торцева Ø25.                              |
| 005.02     | Багатоцільова<br> |                       | Фреза кінцева Ø5,<br>свердло Ø5,<br>свердло Ø3. |

| 1      | 2                                                                                                      | 3 | 4                 |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-------------------|
| 010.01 | <p>Одноцільова</p>    |   | Кінцева фреза Ø10 |
| 010.02 | <p>Одноцільова</p>  |   | Дискова фреза Ø10 |

Для виконання операцій 005, 010 обираємо комбінований токарний верстат  
Proma SKF-800. [10]

|      |      |          |        |      |                         |        |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|--------|
| Зм.  | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ | Арк.   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         | Арк. 4 |

#### 4.3 Проектування змісту технологічних операцій

##### 005.01 Одноцільова

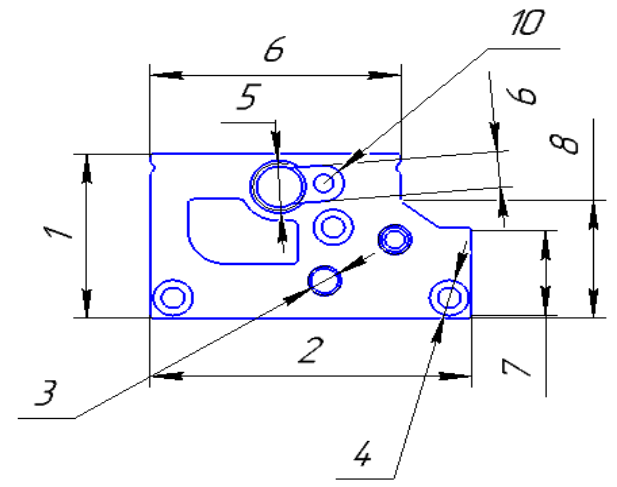


Рисунок 4.5 Назва операції та теоретична схема базування

А. Установити, закріпити, зняти.

005.01 Підрізати торцеву поверхню 1, витримуючи розміри 1, 2.

##### 005.02 Багатоцільова

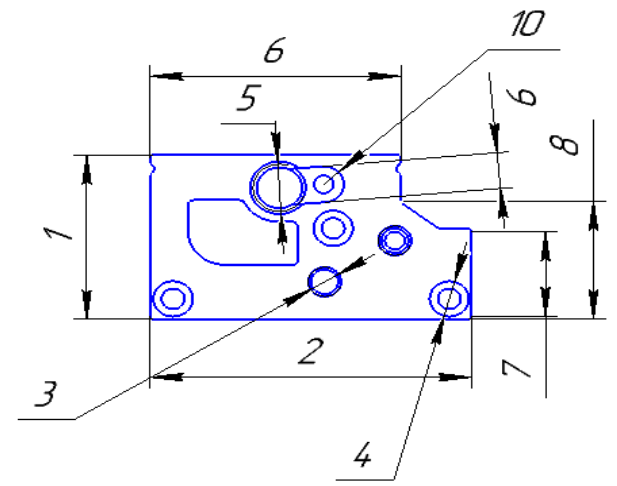


Рисунок 4.6 Назва операції та теоретична схема базування

А. Установити, закріпити, зняти.

005.01 Фрезерувати канавку витримуючи розміри 6, 10.

005.02 Свердлити отвори витримуючи розміри 3, 4, 5.

|                         |      |          |        |      |       |
|-------------------------|------|----------|--------|------|-------|
|                         |      |          |        |      | Арк   |
| Зм.                     | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Арк 5 |
| Змн.                    | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |       |
| МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ |      |          |        |      |       |

010.01 Одноцільова

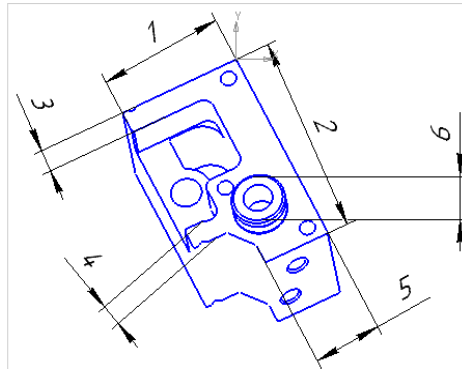


Рисунок 4.7 Назва операції та теоретична схема базування

А. Установити, закріпити, зняти.

010.01 Фрезерувати торець витримуючи розміри 1, 2, 3, 4, 5.

010.02 Одноцільова

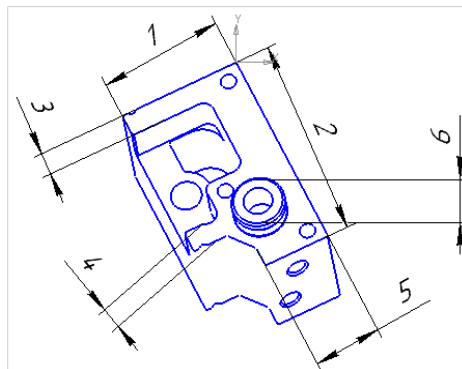


Рисунок 4.8 Назва операції та теоретична схема базування

А. Установити, закріпити, зняти.

010.02 Фрезерувати канавки витримуючи розмір 6.

|      |      |          |        |      |                         |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|
|      |      |          |        |      | Арк                     |
|      |      |          |        |      | Арк 6                   |
| Зм.  | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |

## РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Тема дипломного проекту – «Модернізація ланки автоматизованого складання плунжерів склопідіймника автомобілів Renault». У даній роботі досліджено динамічні характеристики пневматичного приводу автоматизованої станції складання склопідіймачів. Основними небезпечними чинниками є:

- пожежонебезпека;
- небезпека ураженням електричним струмом;
- відсутність або недоліки природного освітлення;
- стреси;
- шум в приміщенні;

### 5.1 Характеристика приміщення

Розміри приміщення, в яких встановлена автоматизована станція, інші стенди та пневматичні преси: площа 500 кв.м. (рис. 5.1), а об'єм  $V = S \cdot h = 500 \cdot 3 = 1500 \text{ м}^3$ . У цьому приміщенні передбачене регулювання параметрів температури, чистоти повітря, але немає забезпечення ізоляції від шумів що створюють станції та преси. Отже, розміри цеху повністю відповідають санітарним нормам.

Для облицювання стін, стель, підлоги приміщень, де розміщені ПК, слід використовувати матеріали, дозволені органами санітарно-епідеміологічного нагляду, а для внутрішньої обробки інтер'єру – матеріали, що дифузно-відбиваються, з такими коефіцієнтами віддзеркалення: для стелі – 0.7-0.8; для стін – 0.5-0.6; для підлоги – 0.3-0.5. Поверхня підлоги в приміщеннях підприємства повинна бути рівною, без вибоїн, неслизькою, зручною для прибирання, володіти антистатичними властивостями. Вологе прибирання необхідно проводити щодня.

|      |      |          |        |      |                         |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|
|      |      |          |        |      | Арк                     |
|      |      |          |        |      | Арк 7                   |
| Зм.  | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |



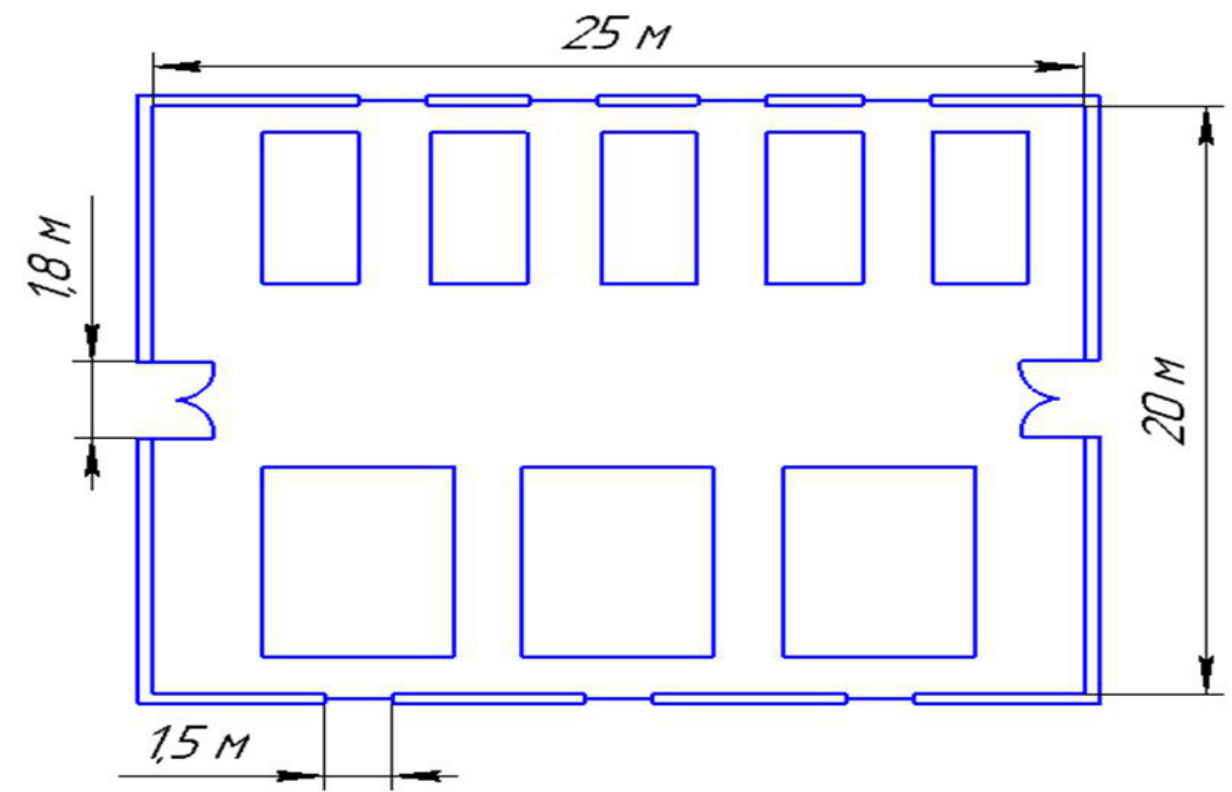


Рис. 5.1 План приміщення

## 5.2 Мікроклімат

В даному приміщенні робота за станцією та на лініях складання є основною, тому приміщення забезпечується оптимальними параметрами мікроклімату.

Для створення необхідних параметрів мікроклімату у приміщенні застосовується система вентиляції та проводиться провітрювання приміщення тричі в день, з ранку, обід та ввечері.

Вентиляція приміщення проводиться видаленням з нього нагрітого або забрудненого повітря і подачею чистого зовнішнього повітря.

Основні параметри мікроклімату (таблиця 5.2.1) (температура повітря, вологість і швидкість руху повітря на робочому місці) повинні відповідати вимогам. Крім того, необхідно забезпечити необхідні концентрації позитивних і негативних іонів в повітрі робочої зони. Результати досліджень показали, що позитивні іони у великій кількості негативно впливають на розумову і фізичну працездатність (з'являється стомлюваність), на діяльність серцево-судинної

|      |      |          |        |      |                         |        |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|--------|
| Зм.  | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ | Арк. 8 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |        |

системи і системи кровотворення, а негативні іони сприятливо впливають на здоров'ї людини. [11]

Необхідні концентрації позитивних і негативних іонів в повітрі робочої зони забезпечують:

- генератори негативних іонів;
- установки штучного зволоження;
- кондиціонери;
- загально-обмінна проточно-витяжна вентиляція.

Даний цех відноситься до категорії I-B. В приміщенні встановлено установку штучного зволоження, термометр та загально-обмінна проточно-витяжна вентиляція.

Таблиця 5.2.1

| Період року | Температура, °C |             |            | Відносна вологість, % |        |
|-------------|-----------------|-------------|------------|-----------------------|--------|
|             | Оптимальна      | Фактична    |            | Оптимальна            | Дійсна |
|             |                 | Верхня межа | Нижня межа |                       |        |
| Холодний    | 21 – 24         | 23          | 21         | 40 – 60               | 57     |
| Теплий      | 23 – 28         | 28          | 25         | 40 – 60               | 46     |

Середня температура приміщення в теплий період року дорівнює 23 °C, відносна вологість повітря 46%.

У холодний період року, середня температура складає 23 °C. Значення відносної вологості дорівнює 57%.

Всі параметри мікроклімату приміщення в теплий та холодний період року знаходяться в діапазоні оптимальних значень, тому можна зробити висновок, що мікроклімат приміщення є сприятливим для праці.

|      |      |          |        |      |        |
|------|------|----------|--------|------|--------|
|      |      |          |        |      | Арк. 9 |
| Зм.  | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Арк. 9 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |        |

МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ

### 5.3 Освітлення

Недостатність освітлення призводить до напруги зору, послаблює концентрацію, увагу, приводить до настання передчасної стомленості. Надмірно яскраве освітлення викликає засліплення, роздратування і різь в очах. Неправильний напрям світла на робочому місці може створювати різні тіні, відблиски, дезорієнтувати працівника що працює. Всі ці причини можуть привести до нещасного випадку або профзахворювань, тому настільки важливий правильний розрахунок освітлення, визначення необхідного числа світильників, їх типу і розміщення.

Штучне освітлення в приміщеннях на підприємстві повинне здійснюватися системою загального рівномірного освітлення. У випадках переважної роботи з дрібними деталями, слід застосовувати системи комбінованого освітлення (до загального освітлення додатково встановлюються світильники місцевого освітлення, призначені для освітлення зони розташування дрібних елементів.

Освітленість на поверхні столу в зоні розміщення робочого місця повинна бути 500-900 лк. Освітлення не повинне створювати відблисків на поверхні стільниці.

Як джерела світла при штучному освітленні слід застосовувати переважно люмінесцентні лампи типу ЛД-65 і компактні люмінесцентні лампи. У світильниках місцевого освітлення допускається застосування ламп розжарювання, зокрема галогенних.

В приміщенні застосовується штучне освітлення комбіноване(місьцеве і загальне) і природне освітлення бокове. Штучне освітлення виконується за допомогою електричних джерел світла - ламп розжарювання. Виходячи з цього, проведемо розрахунки освітленості нашого приміщення.

Розрахунки освітлення проводиться для цеху площею 500м<sup>2</sup>, ширина якого 25 м, висота – 3 м. Скористаємося методом світлового потоку [12].

|      |      |          |        |      |                         |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|
|      |      |          |        |      | Арк                     |
|      |      |          |        |      | Арк50                   |
| Зм.  | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |

Визначимо світловий потік в приміщенні і порівняємо його з допустимим, за формулою:

$$E_{\text{еф}} = \frac{F_{\text{л}} N n \eta}{S \cdot k_3 \cdot z}$$

де

$E_{\text{еф}}$  - розраховується світловий потік, Лм;

$E$  - нормована мінімальна освітленість, Лк (визначається за таблицею).  
Роботу програміста, відповідно до цієї таблиці, можна віднести до розряду точних робіт, отже, мінімальна освітленість буде  $E = 500 \text{лк}$ ;

$S$  - площа освітлюваного приміщення (у нашому випадку  $S = 500 \text{м}^2$ );

$z$  - відношення середньої освітленості до мінімальної (звичайно приймається рівним 1,1 ... 1,2, нехай  $Z = 1,1$ );

$k_3$  - коефіцієнт запасу, враховує зменшення світлового потоку лампи в результаті забруднення світильників у процесі експлуатації (його значення залежить від типу приміщення й характеру проведених у ньому робіт і в нашому випадку  $K = 1,5$ );

$N$  - кількість світильників;

$n$  - кількість ламп у світильнику.

$\eta$  - коефіцієнт використання, (виражається відношенням світлового потоку, що падає на розрахункову поверхню, до сумарного потоку всіх ламп і обчислюється в частках одиниці; залежить від характеристик світильника, розмірів приміщення, фарбування стін і стелі, які характеризуються коефіцієнтами відображення від стін ( $P_{\text{с}}$ ) і стелі ( $P_{\text{п}}$ ), Стеля приміщення свіжопобілена  $\rho_{\text{сл}} = 70\%$ , стіни мають світлосірий колір  $\rho_{\text{сн}} = 50\%$ , підлога з паркету  $\rho_{\text{п}} = 30\%$ .. Значення  $\eta$  визначимо по таблиці коефіцієнтів використання різних світильників. Для цього обчислимо індекс приміщення по формулі:

$$I = \frac{S}{h(A+B)} = \frac{500}{3 \cdot (25+20)} = 3,3$$

|      |      |          |        |      |       |
|------|------|----------|--------|------|-------|
|      |      |          |        |      | Арк   |
| Зм.  | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Арк57 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |       |

МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ

де

$S$  - площа приміщення,  $S = 500 \text{ м}^2$ ;

$h$  - розрахункова висота підвісу,  $h = 3 \text{ м}$ ;

$A$  - ширина приміщення,  $A = 20 \text{ м}$ ;

$B$  - довжина приміщення,  $B = 25 \text{ м}$ .

Підставивши значення отримаємо:

Знаючи індекс приміщення  $I$ , за таблицею знаходимо  $\eta = 0,38$ .

Для освітлення використовується люмінесцентні лампи типу ЛД65, світловий потік яких  $F = 7350 \text{ Лк}$ .

Підставимо всі значення у формулу для визначення світлового потоку  $E_{\text{ef}}$ :

$$E_{\text{ef}} = \frac{3750 \cdot 50 \cdot 3 \cdot 0,38}{500 \cdot 1,5 \cdot 1} = 285 \text{ лк.}$$

Отже, можна зробити висновки, що освітленість приміщення не достатня, саме тому використовується, ще і місцеве освітлення

#### 5.4 Електробезпека

З кожним роком зростає виробництво та споживання електроенергії, а відтак і кількість людей, які в процесі своєї життєдіяльності використовують (експлуатують) електричні пристрої та установки. Тому питання електробезпеки набувають особливої уваги.

Електробезпека – це система організаційних та технічних заходів і засобів, що забезпечують захист людей від шкідливого та небезпечного впливу електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля і статичної електрики.

|      |      |          |        |      |                         |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|
|      |      |          |        |      | Арк                     |
|      |      |          |        |      | Арк52                   |
| Зм.  | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |

В цеху одночасно експлуатується і обслуговується 2 автоматизовані станції, а також 5 ліній ручного збирання у доступному місці встановлюється аварійний резервний вимикач та електричний щит з запобіжником, що може повністю виключити електричний струм приміщення, крім освітлення. Заземлення електричного щита виконано із заземленою нейтраллю, а розетки даного цеху виконані з захисним зануленням [13].

Крім того, кожна лінія в цеху на випадок перенавантаження електричної мережі, підключений в розетку з окремим запобіжником виключення.

Для підключення іншої переносної електроапаратури використовуються гнучкі проводи в надійній ізоляції, також з додатковим запобіжником вимикання, також електропроводка від переносних приладів до джерел живлення виконується найкоротшим шляхом без заплутування проводів у приладів і меблів. Приміщення відповідає усім нормам електробезпеки за ПУЕ 2012 та є придатним та безпечним для роботи.

## 5.5 Пожежна безпека

Приміщення, в яких встановлені лінії збирання, по пожежній небезпеці відносяться до категорії В, і повинні задовольняти вимогам по запобіганню і гасінню пожежі по [12], з обов'язковою наявністю телефонного зв'язку і пожежної сигналізації.

Меблі в приміщенні цеху, дверні та віконні переплети із металопластика, корпус ЕОМ і приладів із металу та полімерних матеріалів. По вибуху і пожежо-небезпечності приміщення відноситься до категорії В [13]

На основі СНіП II-2-80 будівля відповідає II степені вогнестійкості, що потребує від будівельників конструкції норм вогнестійкості (часу опору вогню):

- несучі стіни, стіни сходових кліток і колони - 2 год.
- сходові клітки, сходи, балки і марші у сходових клітках - 1 год.
- зовнішні стіни навісних панелей - 0.25 год.
- внутрішні і зовнішні стіни (перегородки) - 0.25 год.

|      |      |          |        |      |       |
|------|------|----------|--------|------|-------|
|      |      |          |        |      | Арк   |
| Зм.  | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Арк53 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |       |

МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ

- плити і настили конструкцій міжповерхових перекриттів – 0.75 год.
- плити, настили та інші несучі конструкції - 0.25 год.

По СНіП II-2-80 допустима відстань між найбільш віддаленого робочого місця до евакуаційного виходу не більше 75 метрів. Приміщення задовольняє цим вимогам, так як ця відстань рівна 12 метрам. Границя вогнестійкості несучих стін - 2.5 години. Ширина проходів 1,5 м. Приміщення відноситься до категорії В.

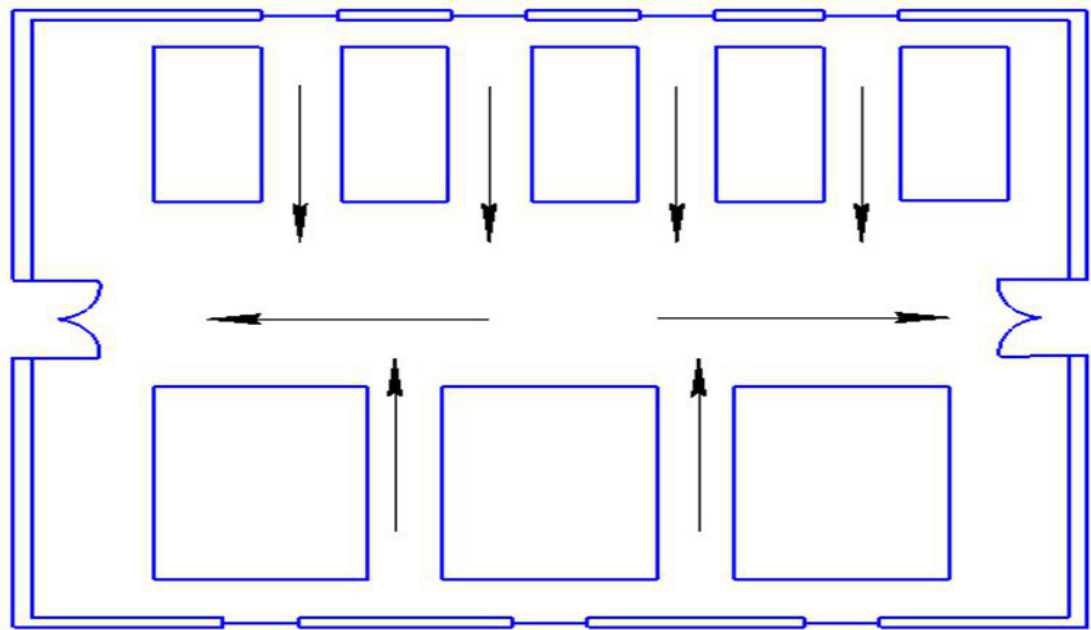


Рис. 5.2. План евакуації з приміщення

Необхідний час евакуації складає - 3 хвилин. Евакуацію необхідно здійснювати швидко, чітко та без паніки.

#### 5.6. Засоби захисту при шумі та вібраціях.

Шум – це найбільш розповсюджене явище на промислових підприємствах. Нажаль, на проблему підвищених рівнів шуму на виробництві не завжди звертають увагу через те, що негативний ефект від шуму не є таким очевидним. Робітники, у яких розвивається процес втрати слуху, можуть і не підозрювати про це до тих пір, поки ця проблема не набуде характеру

|      |      |          |        |      |       |
|------|------|----------|--------|------|-------|
|      |      |          |        |      | Арк   |
| Зм.  | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Арк54 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |       |

МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ

незворотної фізичної вади. На відміну від травм, що викликаються миттєво надзвичайно високими рівнями шуму (наприклад, від вибуху), втрата слуху від звичайних виробничих шумів відбувається дуже повільно.

Вважається, що середній щоденний рівень шумів менше 80 дБ не представляє загрози для здоров'я людей. Рівні шуму вище за 90 дБ є шкідливими.

У той же час, люди, на яких впливає шум у межах від 85 до 90 дБ, повинні бути під наглядом спеціалістів тому, що при довгостроковій роботі в таких умовах у найбільш чутливих до впливу шумів людей може відбуватись погіршення слуху.

Заходи боротьби з виробничим шумом можна розділити на забезпечення захисту колективного усіх співробітників підприємства та індивідуального кожного з працюючих. Пріоритетним напрямком завжди є колективний захист, який може включати такі заходи, як, наприклад, своєчасне обслуговування та заміна механізмів, що не працюють як належне, інкапсуляція шумного обладнання, встановлення екранів для поглинання шуму тощо. Якщо заходи щодо забезпечення колективного захисту не дають бажаного результату, необхідно забезпечити індивідуальний захист кожного з працюючих [13].

Засоби захисту:

Протишумові вкладки або беруши рекомендується використовувати, коли робітники знаходяться під впливом підвищених рівнів шуму впродовж тривалого часу. Протишумові вкладки встановлюються всередину слухових каналів та знижують рівень шуму, який можна почути. Існує два види беруш: одноразового використання та багаторазові. Одноразові беруши частіше виготовляють зі спіненого поліуретану, який після стискання повертається до своєї первісної форми. Такі протишумові вкладки є зазвичай напрочуд м'якими та комфортними, їх можна використовувати для захисту від подразнюючих шумів навіть у вісні. Беруши багаторазового використання виготовляють з м'яких сополімерів, що здатні зберігати свої захисні властивості впродовж тривалого часу. Такі беруши часто доповнюють тасьмою для можливості носіння на шиї під час перерв у використанні та футляром для гігієнічного

|      |      |          |        |      |                         |         |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|---------|
| Зм.  | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ | Арк. 55 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |         |



зберігання. Багаторазові беруши легко очищаються за допомогою мила та води [14].

Протишумові навушники використовують для частого, але не дуже тривалого знаходження у зоні з підвищеним шумом. Необхідно звернути увагу саме на нетривалість у використанні навушників – будь-які навіть найкомфортніші протишумові навушники не можна носити впродовж тривалого часу тому, що вони тиснуть на голову, а під ізоляційними чашками утворюється піт.

### Висновки до розділу охорона праці

У цій частині дипломної роботи було визначено потенційно небезпечні шкідливі фактори, при виконанні роботи, розраховано освітленість цеху що відповідає нормам.

Проаналізували пожежну безпеку в приміщенні, та дійшли висновку що вона відповідає вимогам, рекомендовано встановити 6 вогнегасників. Також був проведений аналіз електробезпеки приміщення в результаті чого встановлено, що він відповідає ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. «Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. Изменения, 1987».

В результаті було встановлено, що приміщення відповідає державним нормам та забезпечує комфортні умови праці.

|      |      |          |        |      |                         |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|
|      |      |          |        |      | Арк                     |
|      |      |          |        |      | Арк56                   |
| Зм.  | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |

### Список використаної літератури

1. <https://ru.wikipedia.org/wiki/>
2. <https://www.kommersant.ru/doc/296935>
3. <http://auto.howstuffworks.com/power-window.htm>
4. <http://autodriving.net/kakie-komplektuyushhie-vypuskayut-ukraincy-dlya-mirovogo-avtoproma/>
5. <https://www.skoda-auto.ua/news/news-detail/skoda-auto-opens-automated-warehouse-for-small-parts-in-mlada-boleslav>
6. <https://www.fanuc.eu/ua/uk>
7. [https://www.festo.com/cat/be\\_by/products](https://www.festo.com/cat/be_by/products)
8. Підручник /В. О. Федорець, М. Н. Педченко.
9. Писаренко Г.С. Сопротивление материалов.
10. Навчальний посібник / І. І. Юрчишин, Я. М. Литвиняк, І. Є. Грицай, М. Л.
11. Навч. посіб. / В. А. Батлук, Б. О. Білінський, В. В. Ковалишин, О. Л. Мірус.
12. Охорона праці : Навч. посіб. / Я. І. Бедрій, Є. О. Геврик
13. Охорона праці (Законодавство. Організація роботи): навчальний посібник / Пістун І. П., Березовецька О. Г
14. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці.

|      |      |          |        |      |                         |  |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|--|
|      |      |          |        |      | Арк                     |  |
|      |      |          |        |      | Арк 57                  |  |
| Зм.  | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | МА5118.ДП18.00.00.00 ПЗ |  |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                         |  |